

Année 1966

382

THÈSE

pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

par

Gisèle GACHE

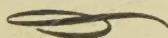
née le 30 Octobre 1936 à MEAUX (S. & M.)

Présentée et soutenue publiquement

le 20 Mai 1966

ÉTUDE DE LA DISPERSION DES EAUX RÉSIDUAIRES
AU DÉBOUCHÉ DES ÉMISSAIRES EN MER

Président : Monsieur Charles DEBRAY, Professeur





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549020_0008

Année 1966

THÈSE

pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

par

Gisèle GACHE

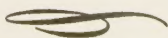
née le 30 Octobre 1936 à MEAUX (S. & M.)

Présentée et soutenue publiquement

le 20 Mai 1966

ÉTUDE DE LA DISPERSION DES EAUX RÉSIDUAIRES
AU DÉBOUCHÉ DES ÉMISSAIRES EN MER

Président : Monsieur Charles DEBRAY, Professeur



THÈSE

pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Spécialité d'hygiène)

par

Gustave GACHE

né le 20 Octobre 1870 à MEAUX (A. M.)

Présentée et soutenue publiquement

le 20 Mai 1900

ÉTUDE DE LA DISPERSION DES EAUX RÉSIDUAIRES
AU DÉBOUCHÉ DES ÉMISSAIRES EN MER

Président : Monsieur Charles DERRAY, Professeur



FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Binet (L.), Bulliard (H.), Cathala (J.), Chabrol (E.), Chailley-Bert (P.), Debré (R.), Fey (B.), Galliard (H.), Gaudart d'Allaines (F. de), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Lavier (G.), Lelong (M.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Marchal (G.), Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (I.), Quenu (J.), Renard (G.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.).

DOYEN Georges BROUET
1er ASSESSEUR Daniel BARGETON
2e ASSESSEUR Jean GOSSET

I. - PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

MM.

Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie et cytologie pathologiques	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Bactériologie et virologie	TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.F.)
-	POLONOVSKI (J.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports ...	MALMEJAC (J.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)
-	DOGNON (A.)
-	DJOURNO (A.)
Cancérologie médicale et sociale	DENOIX (P.)
Chimie pathologique	SCHAPIRA (G.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Génétique fondamentale	LEJEUNE (J.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	COURY (Ch.)

Histologie	GIROUD (A.)
Hygiène et médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	BRUMPT (L.C)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
-	KUSS (R.)
-	VERNE (J.M.)
Pathologie exotique	N...
Pathologie expérimentale et comparée	BERKLEN (F.F.)
Pathologie médicale	LAROCHE (Cl.)
-	BRICAIRE (H.)
-	PEQUIGNOT (H.)
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	N...
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
-	LEVY (Mlle J.)
Physiologie	BARGETON (D.)
-	PARROT (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales	LEPAGE (F.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale	CAUCHOIX (J)
Thérapeutique	CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée	LALOTTE (R.)

b) Professeurs à titre personnel :

Anatomie anthropologique	CLIVIER (G.)
Anatomie pathologique	NEZELOF (Ch.)
Bactériologie	BARBIER (P.)
	DESGREZ (P.)
Biochimie médicale	DREYFUS (J.cl.)
Biologie médicale	BOURLIERE (F.)
Histologie	COUJARD (R.)
Parasitologie	LARIVIERE (M.)
	LOEPER (J.)
Pathologie expérimentale	RICHET (G.)

	MM.
	DEJOURS (P.)
Physiologie	ROUCAYROL (J.Cl)
	SCHERRER (J.)
	KELLERSHOHN (L.)
Physique médicale	GOUGEROT (L.)
	TUBIANA (L.)
Radiologie médicale	FISCHGOLD (H.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :	MM.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)	SOULIE (P.)
- - (Boucicaut)	LENEGRE (J.)
Beaujon	LORTAT-JACOB (J.L)
-	N...
Cochin	LEGER (L.)
Cliniques chirurgicales	Hôtel Dieu
	PATEL (J.)
	Saint Antoine
	COSET (J.)
	Salpêtrière
	SICARD (A.)
	Tenon
	OLIVIER (Cl.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique	
	(Cochin)
	MEPLE D'AUBIGNE(R
	(Foch)
	PADOVANI (P.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique	
	(Enfants-Malades)
	FEVRE (M.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)	LATHEY (J.)
Clinique dermatologique (Saint-Louis)	DUPERRAT (F.)
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECCURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)	LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)	HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (St Louis)	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)	TURPIN (R.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude Bernard)	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Ste Anne)	DELAY(J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)	HAMBURGER (J.)

Clinique des maladies du sang (Broussais)	BERNARD (J.)	
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière).	CASTAIGNE (P.)	
Bicêtre	DEPARIS (M.)	
Broussais	MILLIEZ (P.)	
Cochin	BROUET (G.)	
Cliniques médicales	Hôtel Dieu	BARIETY (M.)
	Lariboisière	SEZE (S. de)
	Pitié	DREYFUS (G.)
	Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
	Saint Antoine	BOUDIN (G.)
Clinique d'hydrologie et de climatologie (Bichat)	DEBRAY (Ch.)	
Clinique médicale infantile et pédiatrie sociale		
	(Enfants-Malades) ..	MARIE (J.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	JUSTIN-BESANCON (L.)	
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies		
de la nutrition (Hôtel Dieu) ..	DERCT (M.)	
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)	
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GANCIN (R.)	
	Baudelocque	LACOMIE (M.)
Cliniques obstétricales ..	Saint-Antoine	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)....	VARANGOT (J.)	
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	OFFRET (G.)	
-	(Cochin)	BREGEAT (P.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)	
Clinique de pédiatrie	MOZZICONACCI (P.)	
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-		
de-Paul)	THIEFFRY (S.)	
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laënnec)	BERNARD (E.)	
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)	
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin) .	COSTE (F.)	
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	DECLAUME (M.)	
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)	
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine) ..	LEMAIRE (A.)	
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)	
Clinique traumatologique et orthopédique (R. Poincaré).	JUDET (R.)	

III.

Clinique urologique (Cochin) ABOULKER (P.)
 - - (Necker) COUVELAIRE (R.)
 Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau) LAPLANE (R.)
 Séméiologie médicale (A. Chantin) DOMART (A.)
 - - (Lariboisière) BOUVRAIN (Y.)
 - - (Pitié) RAMBERT (F.)
 - - (Rothschild) WOLFROMM (R.)
 Séméiologie et clinique chirurgicales (Broussais) POILLEUX (F.)

b) Professeurs à titre personnel :

Hématologie ANDRE (R.)
 BOUSSER (J.)
 Hydrologie et climatologie GIBERTON (A.)
 Maladies infectieuses BASTIN (R.)
 AZERAD (E.)
 BOUR (H.)
 CABROL (Ch.)
 GROSSIORD (A.)
 Médecine LANBLING (A.)
 LAUNAY (Cl.)
 PAYET (M.)
 PERRAULT (M.)
 SIGUIER (F.)
 WORMS (R.)
 Neuro-chirurgie LE BEAU (J.)
 Neurologie LHERMITTE (F.)
 Neuro-psychiatrie PICHOT (P.)
 Oto-Rhino-Laryngologie MADURO (R.)
 POLONOVSKI (Cl.)
 Pédiatrie ROYER (P.)
 KREIS (B.)
 Pneumo-Phtisiologie MEYER (A.)
 Rhumatologie DELBARRE (F.)

II. - PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM.

Anatomie pathologie .. GOUYGOU (Ch.) Hématologie ... BILSKI-PASQUIER (G.)
 Anesthésiologie VOURC'H (G.) Maladies infec-
 tieuses DUPONT (V.)

MM.

Bactériologie	CHRISTOL (D.)	Physique médicale ..	COURSAGET (J.) GREMY (F.)
Biochimie médicale .	CARTIER(P.) GONNARD (P.)	Physiologie	GIRARD (Fr.)
Biologie médicale ..	HARTMANN (L.)	Stomatologie	CHAPUT (Mme A.)
		Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)

III. - PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie	HAUDUROY (P.)	Pr s C
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.)	Pr s Ch

IV. - PROFESSEUR ASSOCIE

Statistique médicale et épidémiologique	SCHWARTZ (D.)
---	---------------

PERSONNEL ADMINISTRATIF

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Conseillers administratifs	Mlle CHAINTREUIL (G.) M. FAYE (R.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque	
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateurs	Mlles DUBAIRE (F.) LAURENT (J.) LENOIR (G.)
Bibliothécaires	Mmes COMTE (J.), FORGET (F.) Mlles DUROZOT (M.F.), ROBERGE (D.), Dr SCHILLER (J.)

A notre Maître, le Professeur Charles DEBRAY.

Il nous a fait l'honneur d'accepter la
présidence de cette thèse.

Qu'il trouve ici l'expression de notre
profonde gratitude pour la bienveillance
qu'il nous a témoignée.

Au Docteur Maurice AUBERT,

Directeur du C.E.R.B.O.M.

(Groupe de recherches de l'I.N.S.E.R.M.) Nice

Il nous a inspiré ce travail, nous a guidée et
conseillée avec indulgence dans son élaboration.
Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de
notre profonde reconnaissance.

Au Docteur René GALAVIELLE,

Médecin-Chef de l'Hôpital de Menton.

Son expérience et sa compréhension nous
furent d'une aide précieuse dans l'ac-
complissement de nos études médicales.

Au Docteur René LEGER,

Médecin-Chef de l'Hôpital de Meaux.

Par l'exemple et la confiance qu'il a
bien voulu nous accorder, il nous a
ouvert les voies de la pratique médicale.

A Mademoiselle Anne-Marie HOSSELET,

Directrice de l'Hôpital de Menton.

En témoignage de notre profonde gratitude
pour l'amitié et l'aide de chaque instant
qu'elle nous a dispensées.

A mes Parents.

En gage de mon amour et en remerciement
pour m'avoir permis de devenir ce que je
suis.

ETUDE DE LA DISPERSION
DES EAUX RESIDUAIRES
AU DEBOUCHE DES EMISSAIRES EN MER

Travail du C.E.R.B.O.M.

Groupe de Recherches de l'I.N.S.E.R.M.

Directeur Maurice AUBERT

NICE

INTRODUCTION.

Depuis des millénaires, les points d'eau ont centré toute activité humaine ; mais, parallèlement à cet aspect " source de vie ", la mer a progressivement constitué un vaste réservoir pour de nombreux déchets résultant de cette activité.

Le C.E.R.B.O.M., Centre d'étude et de recherche de biologie et d'océanographie médicale (NICE), groupe de recherche de l'Inserm, qui a bien voulu nous faire participer à ses travaux s'est particulièrement attaché à l'étude de la dispersion des eaux résiduaires au débouché des émissaires en mer et des dangers qu'elles peuvent représenter pour la santé publique.

En effet, si jusqu'ici la mer semblait protégée par son vaste pouvoir auto-épurateur, certaines observations nous permettent de penser que ces pollutions répétées et croissantes risquent d'être dangereuses.

Par définition, les eaux résiduaires sont les eaux usées d'origine domestique ou industrielle rejetées à la sortie des égoûts. Les polluants rencontrés varieront donc selon cette origine ; ceux-ci pourront être chimiques, radioactifs, bactériologiques.

I) - Les Pollutions chimiques :

Avec le développement de l'Industrie, les rejets de déchets industriels divers sont de plus en plus fréquents sur les côtes. Il serait vain de vouloir établir une liste de tous les polluants pouvant être présents. Ils seront de tous ordres et variables avec les industries envisagées.

a) Les rejets industriels :

Ce seront des acides, des bases, des matières organiques, des cétones, des alcools, des produits mouillants ----- leur toxicité est variable et le législateur tend actuellement à faire pratiquer, avant tout rejet en mer, une neutralisation du toxique ; tel est le cas des saponines qui tuent le poisson.

Cependant, ces rejets ne sont pas encore, à l'heure actuelle, une source grave de pollution marine ; mais, deux polluants posent des problèmes aux hygiénistes car leur utilisation s'accroît et ils ne sont pas dégradés par les méthodes d'épuration habituelle : ce sont les détergents et les hydrocarbures.

b) les détergents :

Leur usage tant dans la vie domestique que dans l'industrie va croissant. Presque tous ces produits synthétiques sont des alkyl-benzène-sulfonate de sodium ; ce sont des émulsionnants des graisses et des mouillants ils dissolvent des substances organiques et sont des agents de blanchiments.

Bien que les avis diffèrent sur leur degré de toxicité, il est indéniable que les eaux usées contenant des détergents conservent les propriétés tensio-actives de ces derniers et qu'elles jouent le rôle d'absorbant pour d'autres polluants ; de plus, elles modifient le pouvoir auto-épurateur de l'eau de mer par diminution du taux d'oxygène dissous et variation de transmission de la lumière.

Certains auteurs ont montré que les détergents entraînent une transformation et même un éclatement de la membrane cellulaire.

c) les Hydrocarbures :

Ils seront rencontrés au débouché de certains émissaires industriels où le mazout est utilisé et dans les eaux usées des raffineries.

Cette pollution entrainera bien souvent une disparition de la flore et de la faune marines ; les hydrocarbures adhèrent aux algues, engluent les plumes des oiseaux de mer se posant au milieu de leurs nappes en dérive, détruisent les crabes, les moules de la zone littorale.

Certains auteurs ont trouvé dans des organismes marins des hydrocarbures polybenzéniques du type 3-4 benzo-pyrène qui sont cancérigènes. Mallet et Sardon en ont trouvé près de 40 micro-gr pour 100 gr de plancton dans la Rade de Villefranche. Or, ces hydrocarbures ont aussi été retrouvés dans le plancton de la Baie de Naples et dans des sardines consommées couramment et provenant de cette même baie.

II) - Les Pollutions Radioactives :

Etudiant la dispersion des Eaux usées au débouché des émissaires, seuls les rejets des usines utilisant les produits radioactifs seront

évoqués dans le cadre de cette étude car l'utilisation médicale ou scientifique des radio isotopes n'est qu'une source minime de déchets ; en effet, leur niveau d'activité est faible et leur volume réduit ; par contre, il n'en est pas de même des résidus des combustions nucléaires, importants par leur volume et leur longue période d'activité (Sr 90 et Cs 137).

Parmi ces déchets résultant de l'utilisation industrielle des matières fissibles, certains sont de haute activité et d'autres pratiquement inactifs. Les produits pouvant être dangereux sont placés dans des containers avant leur rejet à la mer. (le principe est séduisant mais il faudrait être sûr que les emballages utilisés soient inaltérables par l'eau de mer ; or jusqu'ici, un conditionnement offrant toutes garanties est encore à l'étude), les autres déchets moins actifs, solubles ou rendus solubles sont rejetés eux aussi dans les fleuves ou à la mer.

De nombreux organismes marins utiliseront indifféremment des éléments stables et des éléments radioactifs au cours de leur métabolisme ; tel est le cas des bactéries marines, des algues et du plancton. Le phytoplancton concentre même certains radionucléides puis est utilisé ainsi que le zooplancton en tant qu'aliment par les poissons, les prédateurs marins et parfois l'homme.

La contamination de ce dernier peut se faire par contact direct avec l'eau ou des intermédiaires (sédiments, sables, instruments contaminés par une eau dangereuse), mais elle peut être due aussi à l'inhalation ou l'ingestion de particules radioactives. A cette occasion, il faut rappeler l'action néfaste des embruns qui entraînent parfois la formation de véritables aérosols toxiques ; l'ingestion sera celle de produits contaminés tels que poissons, mollusques ...

Nous savons que les éléments artificiels ont un noyau instable ; celui-ci deviendra stable en libérant de l'énergie. Au niveau des cellules, cette énergie libérée pourra entraîner des perturbations cellulaires qui peuvent aller jusqu'à déterminer une décomposition des éléments constitutifs.

III) - Les Pollutions Bactériologiques :

La pollution bactériologique est due aux bactéries telluriques dont une assez forte proportion est pathogène. Ces germes sont apportés en presque totalité par les eaux usées ; en effet, l'homme élimine journal-

-lement de 100 à 200 grammes de matières fécales et par là même quelques centaines de millions à quelques milliards de germes. Heureusement, tous ne sont pas pathogènes mais nous en trouverons cependant un certain nombre ; sans vouloir énumérer tous les micro organismes présents dans les eaux usées, nous citerons : les bacilles de la fièvre typhoïde et des paratyphoïdes, les shigelles agents d'infections dysentériques, vibriocholerae responsable du choléra, des pyogènes variés (proteus, escherichia, pyocyanique, streptocoque, staphylocoque ...) pasteurella tularensis brucella melitensis, bacillus tuberculosis ... des leptospires ... des virus (hépatite virale, poliomyélite, entérovirus ...) des protozoaires et des métazoaires pathogènes pour l'homme ; les kystes amibiens, les kystes de lamblia intestinalis, les oeufs de fasciola hépatica ...

Cette pollution atteint le fluide marin surtout en surface mais aussi les rivages car les déchets et les germes y sont parfois rejetés. M. Aubert, H. Lebout et J. Aubert en 1963, ont montré que " la plage située à proximité de l'émissaire de la ville de NICE était polluée ; on pouvait retrouver dans 100 ml d'eau prélevée en surface et à ce niveau de 500.000 à 1.000.000 de coliformes, de 100.000 à 500.000 escherichia coli et de 10.000 à 100.000 streptocoques fécaux".

De même Brisou en 1955 a pu titrer dans l'eau de la rade de Marseille de 8.000 à 50.000 coliformes par litre. PAOLETTI, en 1964 était arrivé aux mêmes conclusions à propos de la pollution des côtes proches de Naples.

La présence de ces eaux usées pose de graves problèmes aux hygiénistes les déchets organiques apportés entraînent des risques de putréfaction ; quant au danger d'infection il semble fondé car lié à la présence des micro-organismes pathogènes.

Certaines observations montrent que l'homme a pu être contaminé par l'absorption de poissons dont le tube digestif était pollué par du staphylocoque pathogène ; il y a tout lieu de croire que le poisson avait absorbé ce germe en même temps que les déchets lui servant de nourriture car jamais du staphylocoque n'a pu être mis en évidence à la surface du poisson.

De même, l'homme peut se contaminer lorsqu'il consomme des coquillages. On sait qu'ils accumulent un certain nombre de germes car ils filtrent l'eau les traversant, concentrent les micro-organismes en suspension et certaines particules planctoniques parfois toxiques ; aussi, le législateur exige-t-il que les parcs soient installés dans des eaux

salubres. Si cette condition n'est pas respectée, les coquillages doivent séjourner dans un lieu agréé afin qu'ils se débarrassent des germes préalablement accumulés. Cependant, ce risque serait réel mais moins important que prévu car des recherches récentes auraient montré l'existence de substances antivirales et anti-bactériennes dans des coquillages élevés en milieu pollué ; mais, il est évident que, même s'il existe un système de défense au sein du coquillage, il pourra être dépassé en cas de pollution massive.

L'homme pourra aussi se contaminer au cours de baignades, (certaines leptospiroses sont contractées ainsi) et enfin lors de l'absorption accidentelle ou non d'eau de mer polluée.

Bien entendu, la présence d'eaux usées au sein de la mer modifiera à l'endroit de l'émissaire la flore et la faune marines, certaines espèces survivant et s'accroissant à l'exclusion de toute autre. C'est ainsi que BELLAN-SANTINI conclut après l'étude du peuplement rocheux dans le Golfe de Marseille que " la Moulière, les Corallina Officinalis et Ulva Lactuca y prennent une extension considérable et tendent à remplacer tout autre type de peuplement ". Au niveau de l'émissaire de Nice, en 1961, H. AUBERT, J. AUBERT, et H.L. LEBOUT ont constaté une diminution du zooplancton au profit du phytoplancton et même une modification de la faune ornithologique puisque les déchets organiques à la sortie des émissaires attirent de nombreux oiseaux. Enfin, dans l'ensemble, il est noté une nette diminution de la faune marine.

Nous venons de voir que les pollutions marines étaient un fait réel représentant un danger pour la santé de l'homme ; mais, ce risque est en grande partie lié à la concentration des polluants présents dans les eaux résiduaires.

Il nous semble donc utile d'étudier la dispersion de ces eaux usées à la sortie des émissaires et par la même du degré de pollution du milieu marin.

Nous envisagerons tout d'abord l'étude de la dispersion des eaux résiduaires en mer par les méthodes chimiques et biologiques puis par l'utilisation des traceurs-radioactifs et enfin nous tirerons les conclusions résultant des expérimentations pratiquées sur l'émissaire de la ville de NICE situé à Carras à 145 mètres de la plage.

Première Partie.

ETUDE DE LA DISPERSION BACTERIENNE

PAR LES METHODES

CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES

ETUDE DE LA DISPERSION BACTERIENNE PAR LES METHODES CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES

Ces eaux résiduaires pénètrent dans la mer au niveau de l'émissaire ; elles restent assez longtemps bien individualisées tant par leur température que par leur faible salinité. Elles circulent en surface selon les courants dominants ; en effet, leur faible salinité leur permet de ne pas se mélanger immédiatement aux masses d'eau marine de forte salinité, notamment en Méditerranée où elle est de 37 à 39 pour 1000.

Les particules en suspension sont rejetées avec une certaine vitesse à l'émissaire ; elles vont décrire une parabole et se déposer ensuite selon leur densité et leur granulométrie. Les bactéries sont fixées sur les particules les plus fines ; celles-ci ayant une faible densité seront entraînées au loin et seule l'étude de la salinité et de la température permettra de juger de la dilution des eaux résiduaires par les masses marines.

Toute étude de dispersion sera précédée par celle des courants dans la zone de rejet ainsi que la connaissance de l'évolution relative des masses d'eau en présence.

On utilise généralement la courantométrie de dérive au moyen de courantomètres à flotteurs ou de matériaux-tests homologues aux matières dilacérées.

Ces courantomètres à flotteurs sont constitués par un manchon de tissu de 80 cm de hauteur, de 30 cm de diamètre, maintenu ouvert par deux cercles métalliques. Ils sont suspendus par trois points à un fil de longueur définie pour chaque expérience. Ce fil est relié à un flotteur en plastique qui dérive en surface. On suit généralement le trajet des courantomètres à 20 cm et à X mètres de la surface.

Les matériaux-tests sont des parallélipipèdes en bois de hêtre de 5 cm sur 3 cm et sur 1 cm - bruts leur flottabilité est de 2 jours - peints elle est de 4 à 5 jours ; leur densité moyenne (0,85) fait qu'ils sont entraînés par les courants superficiels et ne sont pas sensibles aux vents.

Il suffit de jeter ces flotteurs-tests à la sortie de l'émissaire étudié, de les suivre en bateau au cours de leur dérive et de les récupérer sur les plages voisines lorsqu'ils s'y échouent.

Nous avons vu que nous pouvions étudier aussi la dispersion des eaux usées en établissant des courbes isothermes ; en effet nous avons signalé que la température de ces eaux est différente de celle du milieu récepteur.

Pour cette étude nous précéderons de la façon suivante : un bateau océanographique muni d'une sonde se déplacera selon une route en zig-zag. Cette sonde sera reliée à un thermomètre électronique donnant les températures au 1/10 de degré près avec un temps de latence de l'ordre de la seconde et ce pour des variations thermiques de l'ordre du degré.

Ces sondes peuvent être placées en surface ou à des profondeurs variables et fonctionner pendant la marche du bateau.

Nous allons nous attacher plus spécialement à l'étude des techniques chimiques et bactériologiques qui seront utilisées au cours des missions que nous rapporterons.

LES TECHNIQUES

I - Etude de la dispersion bactérienne par les méthodes chimiques :

Ces méthodes chimiques comprennent outre l'étude de la salinité et l'établissement de courbes iso-salines permettant d'individualiser les masses d'eaux résiduaires au sein de la mer, le dosage de la chlorinité sur des prélèvements d'eau et le dosage de l'azote organique présent dans les sédiments car nous avons déjà exposé que, après avoir décrit une parabole, les particules porteurs de bactéries en plus ou moins grand nombre se déposent sur les fonds marins.

1) Etude de la Salinité

a) par l'Electrosalinomètre :

Le salinomètre remplacera le thermomètre dans le dispositif étudié précédemment. Ce salinomètre sera électrique et les mesures se feront par comparaison avec un circuit étalon. les électrodes plongeant dans la mer sont tirées par deux tiges d'acier inoxydable reliées à un câble étanche. Celui-ci mesure 25 cm et peut être descendu à la profondeur désirée.

Un courant constant est envoyé dans ces électrodes ; l'intensité mesurée est fonction de la résistance donc de la salinité du milieu. le voltage aux bornes des électrodes est réglé grâce à un courant dérivé comprenant des résistances variables. Une résistance étalon fixe servira de référence.

Un dispositif permet de passer rapidement du circuit étalon au circuit électrodes. Avec la résistance étalon, l'intensité réglée au moyen des résistances variables est de 60 mA ; on place alors le commutateur de façon à fermer le circuit électrode ; l'intensité lue alors permet grâce à des tables préétablies de connaître la salinité du point où sont plongées les électrodes.

La salinité d'une eau est appréciée à 3% près avec cet appareil.

Cette technique permet d'étudier l'évolution topographique de masses d'eaux de salinités différentes et par conséquent les masses d'eaux résiduelles douces au sein des eaux marines salées.

b) par Dosage de la Chlorinité :

Nous pouvons aussi déterminer la salinité d'un prélèvement d'eau effectué en des points déterminés ; cette salinité sera établie par dosage de la chlorinité à la burette de Mohr et selon la méthode de Knudsen

Le prélèvement aura lieu selon la technique exposée ultérieurement ; le dosage sera établi sur 5 ml d'eau de mer ; l'indicateur coloré sera représenté par un ml de solution de chromate de potassium à 10% ; enfin on utilisera une liqueur à $\frac{N}{3,55}$ de nitrate d'argent telle que 1 ml corresponde à 10 mg de chlore.

Les résultats seront exprimés en grammes de chlore par litre ou en gramme de chlore par kilogramme d'eau, par comparaison avec une eau de mer étalon.

La salinité d'une eau sera calculée à partir de sa teneur en chlore de la manière suivante : $S = 0,030 + I,805 \text{ cl (en poids)}$.

2) Dosage de l'azote organique présent dans les sédiments :

Pour les prélèvements on utilisera une technique de carottage des sédiments.

Le dosage sera fait à l'appareil automatique de Coleman ; on déterminera ainsi volumétriquement la quantité d'azote dégagée après combustion du sédiment à 800° et en présence de Cu O₂

Les résultats sont obtenus sous forme de pourcentage d'azote, ils seront exprimés en grammes d'azote pour 100 grammes de sédiments secs.

II - Etude de la dispersion bactérienne par les méthodes bactériologiques :

1) Nous allons tout d'abord nous intéresser aux techniques de prélèvement des eaux et des sédiments, puis aux techniques bactériologiques utilisées.

a) Technique de prélèvement des eaux de mer :

Pour pratiquer des prélèvements d'eau de mer en vue d'une étude bactériologique il nous faut utiliser un dispositif permettant l'ouverture et la fermeture d'un flacon stérile à une profondeur déterminée.

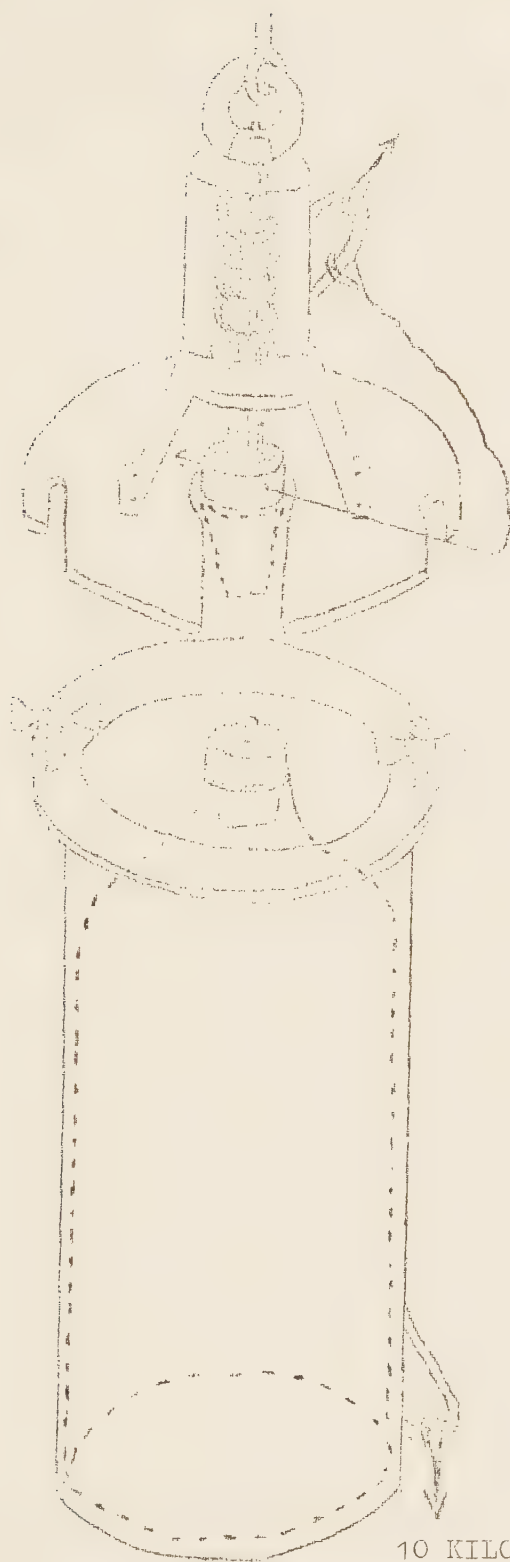
Les bouteilles à renversement (type bouteille Nansen ou bouteille de Van Dorn) ne sont pas utilisées car les nombreux prélèvements pratiqués en série empêchent une stérilisation pour chaque opération. Nous utilisons le plus souvent un appareil mis au point par Monsieur LEBOUT, Directeur du Laboratoire Municipal des Eaux de Nice. (Figure 1) L'appareil se compose d'un corps en cuivre recevant le flacon stérile. Une autre partie en cuivre également, comprenant une tige mobile coulissant dans un ressort le boudin se fixe par des écrous à la partie supérieure du corps. La tige mobile porte à l'une de ses extrémités un anneau et à l'autre un tube où l'on clavette l'axe métallique du bouchon spécial.

Un anneau fixé à la partie supérieure du dispositif permet d'attacher un filin pour la descente et la remontée de l'appareil ; un poids lest est fixé à un second anneau, enfin l'ouverture du flacon est assurée par une corde tandis que la fermeture l'est par le ressort dès qu'on relâche la corde.

Les échantillonnages d'eau sont ainsi obtenus par prélèvement en flacons stériles et peuvent servir aux examens bactériologiques, ils sont aussi utilisés pour l'étude de la salinité.

b) Technique de prélèvement des sédiments :

Il faut d'une part déterminer les points de prélèvements (figure 2),

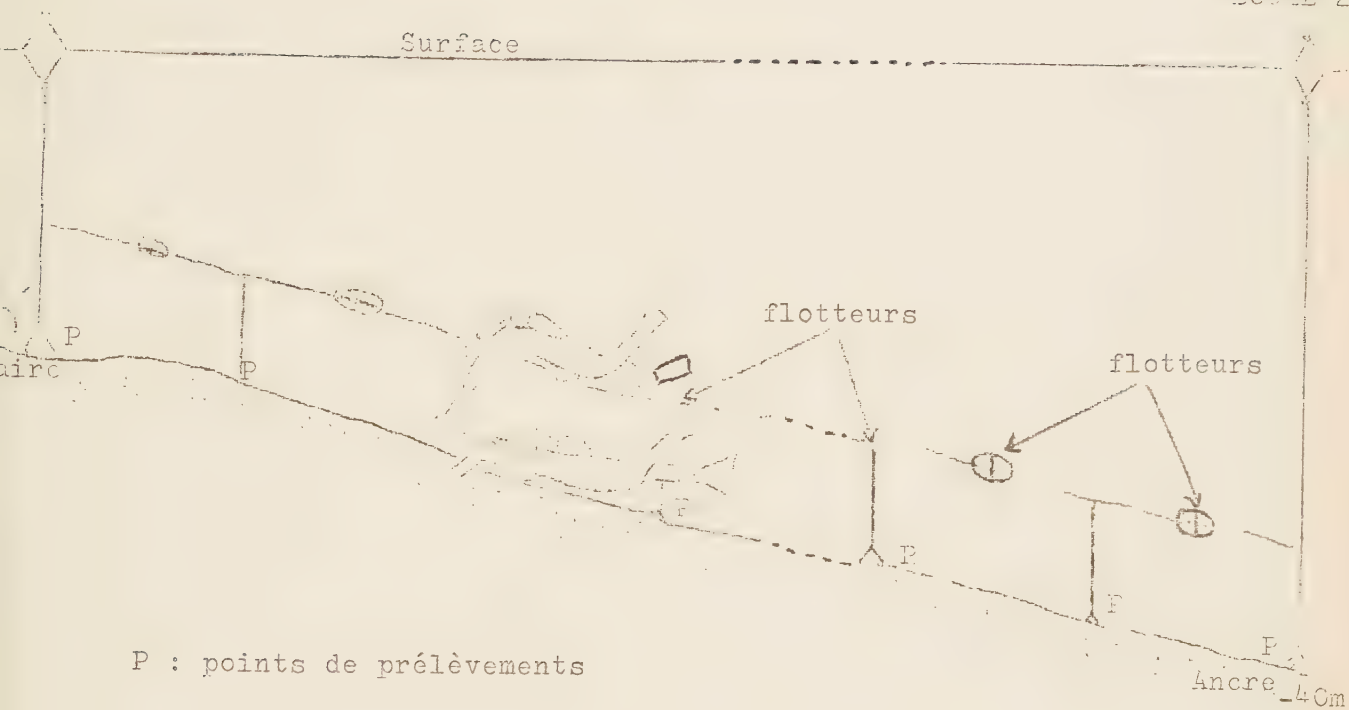


10 KILOS

APPAREIL A PRELEVEMENTS D'EAU STERILE

BOUEE 1

BOUEE 2



DETERMINATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS SUR LE FOND

et d'autre part décrire la technique de prélèvement.

Les points sont repérés grâce à un système de bornes ancrées à des points fixes.

Une bouée est mouillée à la verticale de l'émissaire et l'autre dans une direction donnée à une distance déterminée de ce dernier.

Entre les deux bouées est tendu un filin. Ce dernier est immergé; des gueuses de plomb reliées au filin par des cordes de 3 mètres sont disposées de 20 mètres en 20 mètres.

D'autre part de 10 cm en 10 cm sont placés des flotteurs en polystyrène, ainsi le filin est maintenu à 3 mètres au dessus du fond marin.

Certains flotteurs peints d'une couleur différente des autres et numérotés permettent au plongeur de reconnaître les lieux de prélèvements.

Pour ceux-ci nous allons décrire la technique utilisée par S.G. RITTENBERG J. MITTIDER et D. ISLER lors de l'étude de la dispersion des bactéries coliformes aux débouchés des émissaires de Los Angeles.

Il s'agit de recueillir des sédiments de façon stérile, pour cela, des plongeurs munis de scaphandres autonomes utilisent des tubes de verre stériles et remplis d'eau stérile qui sont ouverts aux deux extrémités, ont 8 cm de long et 1,8 cm de diamètre. Il suffit alors d'effectuer des carottages dans les éléments à prélever.

Ces prélèvements servent à pratiquer un dosage d'azote organique, mais, étant faits stérilement, ils permettent également une étude bactériologique.

2) Technique des examens bactériologiques :

Tout d'abord un certain nombre de précautions doivent être prises pour le transport des produits prélevés, celui-ci devra durer moins de 2 heures et sera effectué en glacière.

Ensuite seront réalisées des dilutions allant de 10^{-1} à 10^{-4} en eau distillée stérile.

Ces dilutions sont filtrées sur membranes stériles "Coli 5" (Technique décrite par le Docteur BUTTIAUX dans la Revue d'Hygiène et de Médecine Sociale - Tome 6 - N° 2). Ces membranes sont ensuite placées sur milieu nutritif en boîte de Petri.

Les diverses recherches effectuées sur l'eau seront les suivantes :

- Numération totale des germes : L'encemencement se fait sur gélose nutritive simple et non spécifique. La lecture est faite après séjour de 24 heures dans une étuve à 37°.

- Numération des coliformes : Les membranes correspondant aux différentes dilutions sont placées dans des boîtes de Petri contenant le milieu de Chapman modifié dont la composition est :

Ox i d agar	12g.
Extrait de levures	6g.
Extrait de viande	6g.
lactose	20g.
Peptome trypsique	10g.
Bromothymol bleu	5ml.(sol. à 1%)
Solution de chlorure de 2,35 triphenyl	
Tétrazolium	5ml (à 0,05gr % dans eau distillée)
Tergitol 7	5ml (0,2gr % dans eau distillée)
eau distillée	1000 ml

Au moment de l'emploi, les solutions de chlorure 2, 3, 5 triphényl, tétrazolium et de Tergital sont additionnées ; le PH est alors ajusté à 7,2.

A 37°, l'incubation est de 24 heures. Les eschericheae forment des colonies jaunes avec halo profond jaune.

- Numération des eschericheae coli : le milieu utilisé est le même que le précédent mais l'incubation est de 20 heures, en présence de vapeur d'eau et à 44°.

Il se forme des colonies jaunes en surface et en profondeur, bombées avec un halo blanc, non muqueuses.

L'identification de ce germe se fait par repiquage de ces colonies sur gélose lactosée ou bromocrésol pourpre et par le test I.H. VIC renové.

Milieu urée - indol : urease-, indol +

Milieu de Kligler : H²S -, lactose +, glucose +, gaz +

Milieu de citrate de sodium de simmons : citrate -

Milieu mannitol mobilité : mobilité + ou -, mannitol +

- Numération des streptocoques fécaux : le milieu de culture est cette fois, le milieu de Slanetz dont la composition est :

- B. Tryptose Difco	20 grs
- Yeast extract Difco	5 grs
- Glucose	2 grs
- Phosphate bipotassique	4 grs
- Azothydrate de sodium	0 gr 4
- Bacto agar	12 grs
- solution de chlorure de 2, 3, 5 triphényl tétrazolium à 1%	
dans l'eau distillée	4 ml
- eau distillée	1000 ml

Le pH est fixé à 7,2 avant l'addition de Bacto agar et de la solution de chlorure de 2, 3, 5 triphenyl tétrazolium.

Au bout de 48 heures d'incubation à 37° se sont formées des colonies rondes, rose franc avec un halo blanc et non muqueuses.

Le test de la catalase avec l'eau oxygénée à 30 volumes est négatif, il permet leur identification.

Nous venons d'exposer les techniques bactériologiques appliquées à l'étude des eaux de mer. Elles seront utilisées aussi pour l'analyse des sédiments.

Grâce au système de carottage employé, les plongeurs prélèvent environ 2 ml de vase de surface dans chaque tube. Ces 2 ml sont mis ensuite dans un flacon contenant 200 ml d'eau distillée stérile.

Les processus expérimentaux ainsi que les modes de culture et d'identification sont absolument identiques à ceux étudiés précédemment.

3) Mode de déroulement de l'expérimentation

Tout d'abord étudions la disposition des instruments à l'intérieur d'un bateau océanographique et la place des différents techniciens.

A l'avant du bateau, plongeant à une trentaine de centimètres sous la surface se trouvent la sonde thermique et les électrodes du salinimètre; des câbles étanches permettent de les relier aux appareils placés dans la

cabine. Pour les mesures en profondeur les câbles sont remorqués par l'arrière du bateau, et les sondes et électrodes sont maintenues à la profondeur voulue par des systèmes de lest et de flotteurs.

L'électrosalinimètre et le thermomètre électrique sont disposés sur une table à l'intérieur de la cabine centrale. Un observateur relève les indications fournies par cet appareil toutes les minutes d'après un top horaire donné par la pendule du bord réglée sur le temps universel.

Sur une autre table, toujours dans cette même cabine, se trouve l'écho-sondeur enregistreur qui permet à un autre technicien d'inscrire toujours de minute en minute le relief des fonds à chaque top horaire.

Le timonier est dans la cabine de pilotage ; il suit sur les compas les routes définies antérieurement sur le plan de travail.

Un observateur est sur le pont ; il note toutes les cinq minutes les observations topographiques de relèvement par alidades à prisme, les routes vraies du bateau, et indique au timonier les changements de route. Lorsque les points prévus, déterminés par trois relèvements sont atteints, on contrôle à l'écho-sondeur si l'on se trouve bien sur l'isobathe correspondant au point donné par les relèvements.

Sur le pont avant deux membres du personnel de laboratoire font les prélèvements d'eau en surface et en profondeur, grâce à l'appareil décrit antérieurement. Les prises d'eau sont conservées à la glacière en attendant que les examens bactériologiques et chimiques puissent être faits.

Les points de prélèvements sont relevés et portés sur la carte.

A la suite de plusieurs expérimentations il a été admis que la vitesse idéale semble être de un noeud ; elle permet une mesure thermique et électrique tous les 30 mètres et un relèvement topographique tous les 150 mètres.

LES MISSIONS TECHNIQUES EN MER - Etude de l'Emissaire de NICE -

Nous étudierons tout d'abord le devenir des bactéries apportées par les eaux résiduaires.

Dans ce cadre deux séries de mission ont été réalisées : l'une, la mission hydrocure effectuée sur l'ordre du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme en 1948-1949 et réalisée aux Laboratoires du

Contrôle des eaux de la ville de Nice,

l'autre, effectuée pour le ministère de la Construction en 1964 et réalisée par le C.E.R.B.O.M.

Nous en rapporterons les différents résultats parallèlement à la dispersion bactérienne. Ont été étudiés au cours de ces missions, l'influence des courants et la profondeur, la salinité, l'oxygène dissous, la sédimentation, le taux d'azote organique.

Tantôt les points de prélèvements ont été fixés, tantôt c'est l'évolution d'une masse d'eaux usées qui a été suivie.

SITUATION TOPOGRAPHIQUE HYDROLOGIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DE L'EMISSAIRE.

Nous rappellerons que l'Emissaire de la ville de Nice se trouve à CARRAS, à 145 mètres de la plage.

Avant tout rejet en mer, un étage de deux communitors dilacere les détritiques solides contenus dans les eaux usées. Le rejet se fait par un fond de 9 mètres et son débit moyen est de l'ordre de $1m^3$ seconde. La vitesse de sortie des eaux est d'environ $1m./sec.$

La salinité des eaux prélevées à la station après dilacération est pratiquement négligeable puisqu'elle est de 0,10gr par litre en moyenne.

Quant à l'examen bactériologique de ces mêmes eaux il révèle en moyenne

69.588.846 germes par ¹⁰⁰ml d'eau.

MODE DE DEROULEMENT DES EXPERIENCES EFFECTUEES.

Les travaux de la mission hydrocure ont consisté en 39 expériences qui se sont déroulées du 3/4 1948 au 18/1 1949.

Au cours de chaque expérience 4 prélèvements sont pratiqués.

- le premier au niveau du dilacérateur,
- le second au point d'émergence de l'émissaire,
- le troisième en surface à un point fixe situé à 135 mètres du point d'émergence (Carras),
- et le dernier, sur une plage à 800 mètres du point d'émergence (Henry Plage).

On pratique sur chaque prélèvement la numération totale des germes, le dosage de la salinité, de l'azote ammoniacale et de l'oxygène dissous. Les expérimentations effectuées lors de la deuxième mission ont suivi un processus un peu différent.

Pour la première expérience on a essayé de suivre le devenir des bactéries au cours de leur cheminement dans la mer- 29 prélèvements d'eau ont été effectués. La carte en donne l'emplacement par rapport à l'émissaire.

En surface, 8 prélèvements faits à intervalle de temps de 10 à 20 minutes et sur le trajet d'un courantomètre de surface mis à l'eau à la verticale de l'émissaire - point 1 - les autres points sont numérotés de 2 à 8.

A la profondeur de 10 mètres, 7 prélèvements (points de 9 à 15) toujours sur le trajet d'un courantomètre de profondeur 10 mètres.

A la profondeur de 20 mètres, 8 prélèvements numérotés de 16 à 23, toujours sur le trajet d'un courantomètre de profondeur 20 mètres.

A la profondeur de 30 mètres, 6 prélèvements faits à la verticale des points de prélèvements effectués à - 20 mètres (points 24 à 29).

Carte A.

Cette première expérience a été complétée par l'étude de la répartition des bactéries sur le fond.

Les prélèvements ont été effectués dans deux directions à partir de l'émissaire. - six (numérotés de 1 à 6) selon une direction presque Sud (174° du compas de relèvement - 8 (numérotés de 7 à 14) suivant un axe de la direction Sud-Est. Carte B.

Au cours de la seconde expérience, les prélèvements d'eau et de sédiments ont été effectués selon 4 axes centrés sur le point de rejet de l'émissaire : Nord-Sud, Est-Ouest, Nord-Est, Sud-Ouest, et Nord-Ouest, Sud-Est.

Sur ces axes, 17 points de prélèvement ont été fixés : (carte C)

Point A : point de rejet de l'émissaire

Point B : Distance au point A : 70 mètres direction : Nord

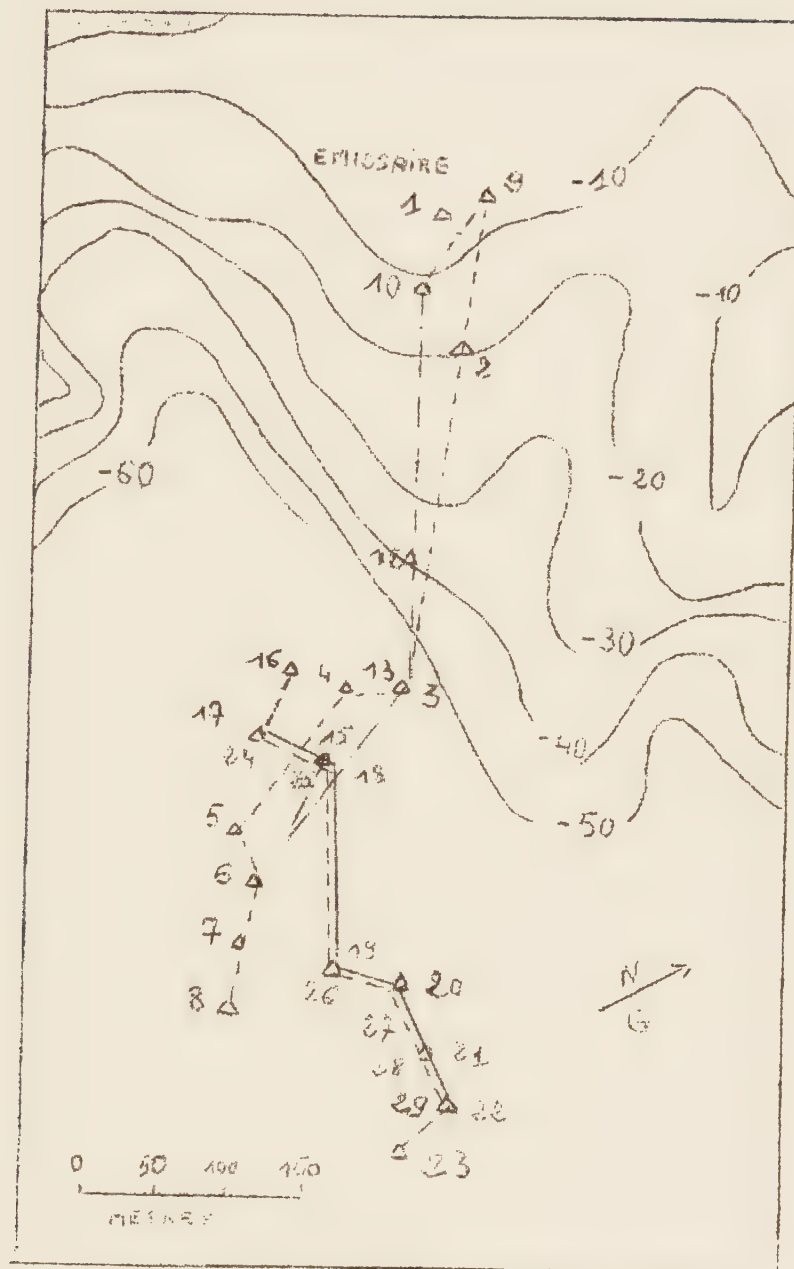
Point C : " " " : 140 mètres " : Nord

point D : " " " : 70 mètres " : Nord-Est

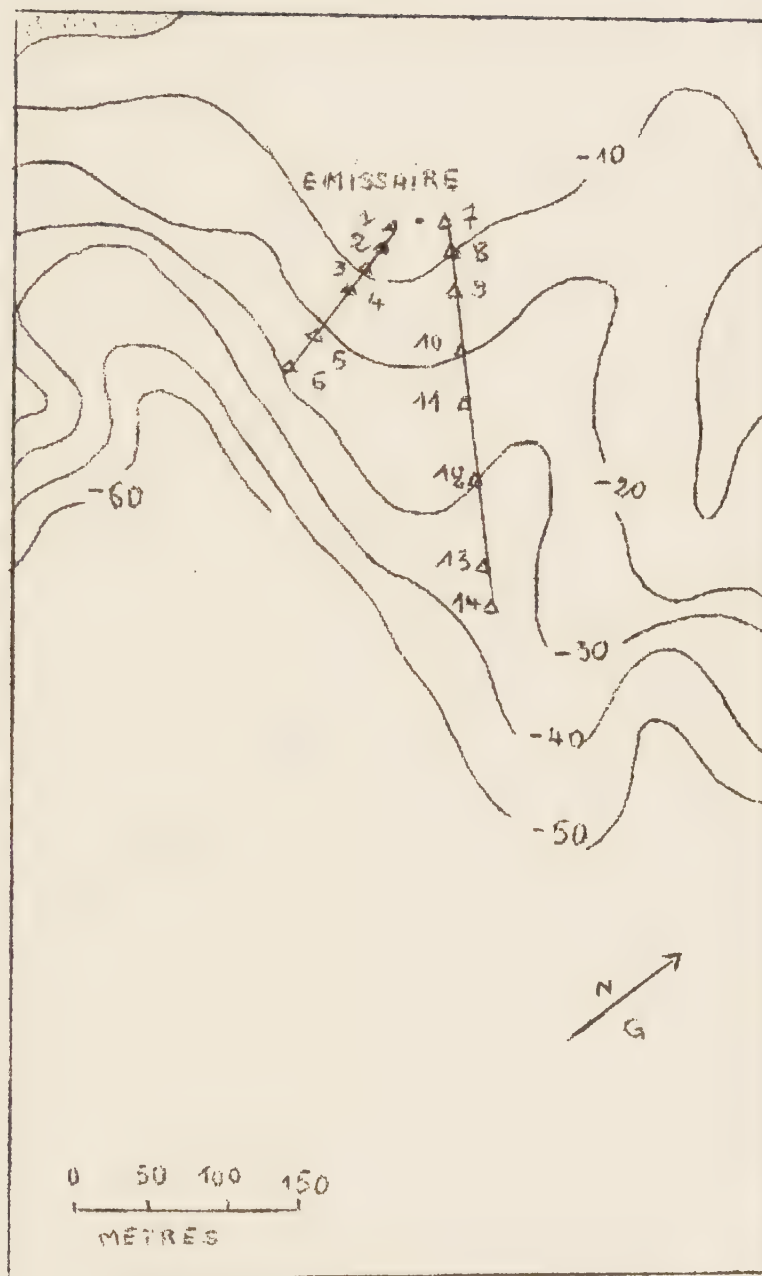
Point E :	distance	au point A :	140 mètres	direction	Nord-Est
Point G :	"	"	" : 70 mètres	"	Est
Point H :	"	"	" : 140 mètres	"	Sud-Est
Point J :	"	"	" : 90 mètres	"	Sud-Est
Point I :	"	"	" : 180 mètres	"	Sud-Est
Point K :	"	"	" : 100 mètres	"	Sud
Point L :	"	"	" : 160 mètres	"	Sud
Point M :	"	"	" : 70 mètres	"	Sud-Ouest
Point N :	"	"	" : 140 mètres	"	Sud-Ouest
Point O :	"	"	" : 70 mètres	"	Ouest
Point P :	"	"	" : 140 mètres	"	Ouest
Point R :	"	"	" : 70 mètres	"	Nord-Ouest
Point S :	"	"	" : 140 mètres	"	Nord-Ouest

A chaque point ont été effectués 3 prélèvements :

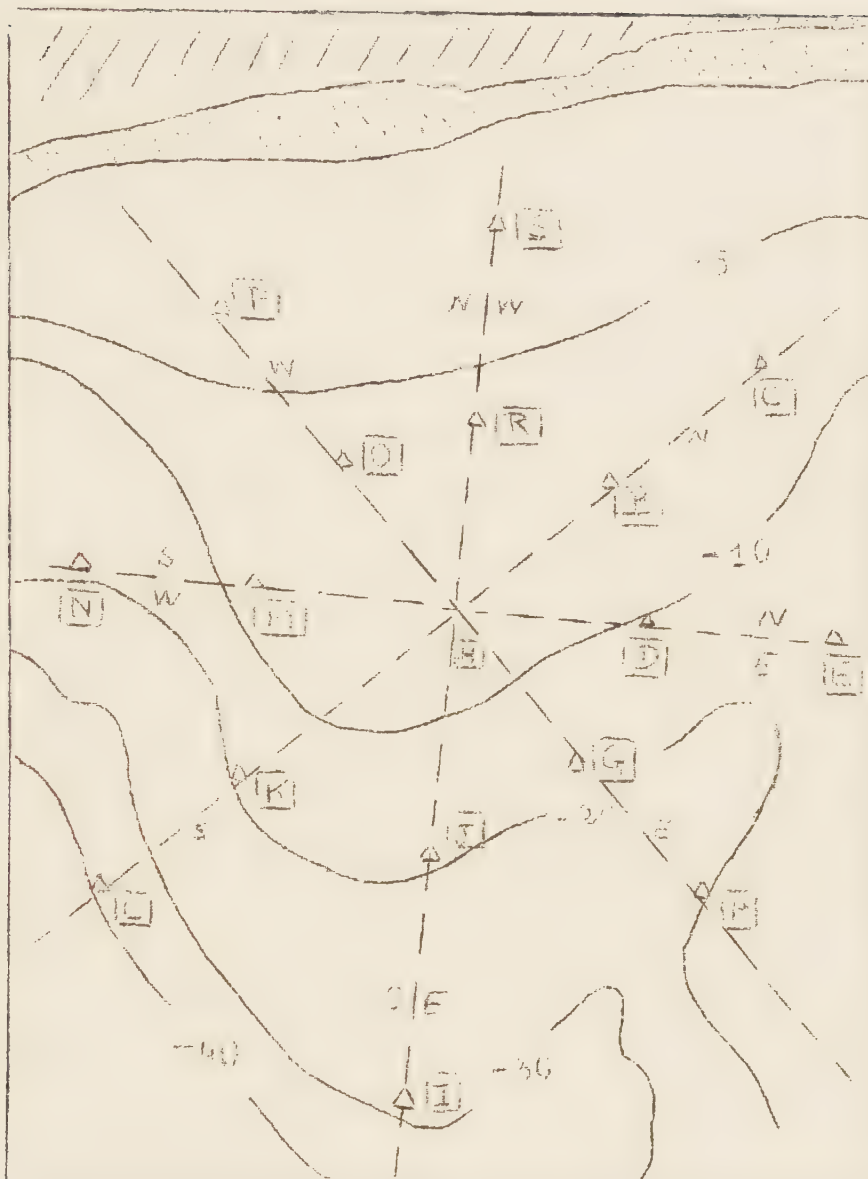
- le 1er en surface,
- le 2ème à une profondeur de 5 mètres, et enfin,
- le 3ème, un prélèvement de sédiments.



Carte A : trajet des courantomètres



Carte B : points de prélèvement des sédiments



Carte C : Points de Prélèvements

(Seconde Expérience du C.E.R.B.O.M)

RESULTATS EXPERIMENTAUX

MISSION HYDROCURE.

RESULTATS DES EXAMENS CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES

Date	Vent	Pt de Prélèv.	Nbre de germes par 100ml.	Salinité en gr/l	N.ammon. en gr/l	oxygène dissous
3/4/48	N-O	Dilacér.	3 800 000	0,069	1	4,27
		Emiss.	3 750	31	1	7,10
		Carras	8 000	35	0	7,45
		Henry Pl.	2 500	34,9	0	7,30
6/4/48	N	Dilacér.	16 800 000	0,069	15	3,50
		Emiss.	30 000	27,3	2	8,20
		Carras	24 000	35	0	8,00
		Henry Pl.	3 260	35,1	0	8,00
13/4/48	N-O	Dilacér.	187 000 000	0,077	25	4,60
		Emiss.	4 000 000	29	5	7,10
		Carras	8 400	33,2	0	7,80
		Henry Pl.	1 700	34,2	0	8
20/4/48	N-O	Dilacér.	280 000	0,081	20	2,80
		Emiss.	92 000	30,8	4	6,90
		Carras	180 000	34,4	0,8	7,80
		Henry Pl.	600	34,8	0	8,30
11/5/48	N-O	Dilacér.	33 000 000	0,078	22	1,60
		Emiss.	570 000	32	5	6,40
		Carras	8 000	34	0	6,60
		Henry pl.	220	34	0	7,10

Date	Vent	Pt de Prélèv.	Nbre de germes par 100 ml.	Salinité en gr/l	N. ammon. en gr/l	oxygène dissous
18/5/48	N-O	Dilacér.	25 000 000	0,074	25	2,70
		Emiss.	130 000	31,4	5	6,20
		Carras	65 000	34,5	1,5	7,30
		Henry Pl.	5 700	34,4	0	7,40
25/5/48	N-O	Dilacér.	18 200 000	0,067	25	4,30
		Emiss.	170 000	28,4	5	6,10
		Carras	90 000	34	1,2	7,20
		Henry Pl.	6 300	33,6	0	7,20
1/6/48	N-O	Dilacér.	3 000 000	0,067	25	4,30
		Emiss.	490 000	28,4	5	6,10
		Carras	10 000	33,6	0	7,20
		Henry Pl.	7 000	33,8	0	7,20
8/6/48		Dilacér.	7 300 000	0,073	25	5
		Emiss.	140 000	32,2	3	6,60
		Carras	10 000	32,8	2	7,40
		Henry Pl.	1 410	33,6	0	8
15/6/48	N-O	Dilacér.	76 000 000	0,074	20	3,30
		Emiss.	47 000 000	30	3	6,50
		Carras	10 000	32,4	0	6,70
		Henry Pl.	5 700	33,2	0	6,30
22/6/48	N-O	Dilacér.	4 500 000	0,068	25	0,80
		Emiss.	360 000	30,8	4	6,20
		Carras	34 000	34,6	0	7,30
		Henry Pl.	1 540	34,2	0	6,40
29/6/48	N-O	Dilacér.	1 800 000	0,084	24	1,20
		Emiss.	600 000	29,4	4	6,00
		carras	16 700	35,2	0	7,20
		Henry Pl.	350	34,5	0	7,20

Date	Vent	Pt de Prélèv.	Nbre de germes par 100ml	Salinité en gr/l	N. ammon. en gr/l	oxygène dissous
6/7/48	N	Dilacér.	8 800 000	0,078	22	1
		Emiss.	90 000	33,2	2	6
		Carras	201 000	34,4	0	6,40
		Henry pl.	470	34,6	0	6,80
12/7/48	N-NE	Dilacér.	15 200 000	0,162	30	2
		Emiss.	200 000	29,8	2,5	6,80
		Carras	30 000	34,1	0	6,60
		Henry Pl.	1 130	33,9	0	6,60
20/7/48		Dilacéra.	3 325 000	0,088	28	I
		Emiss.	22 500	30,4	3	4,80
		Carras	27 000	33,8	0	5,20
		Henry Pl.	170	34,6	0	6
27/7/48	N-O	Dilacér.	3 630 000	0,075	20	0,80
		Emiss.	175 000	31,8	5	4,80
		Carras	1 700	33,8	0	5,60
		Henry Pl.	2 000	34,8	0	6,20
3/8/48	N-O	Dilacér.	12 720 000	0,110	25	I,20
		Emiss.	320 000	30,8	2	5,50
		Carras	34 000		0	6,60
		Henry Pl.	6 800	34,4	0	6,40
11/8/48	N-O	Dilacér.	4 580 000	0,101	20	3,00
		Emiss.	610 000	27,8	2,5	6,00
		Carras	31 000	34,2	0,5	6,60
		Henry Pl.	20 000	34,6	0	7,00

Date	Vent	Ft de Prélèv.	Nbre de germes par 100 ml.	Salinité en gr/l	N. ammon. en gr/l	oxygène dissous
17/8/48	N-O	Dilacér.	13 580 000	0,122	25	1,60
		Emiss.	864 000	29,8	4	4,80
		Carras	27 000	33,4	0,5	6,60
		Henry Pl.	1 820	34,8	0	7,00
24/8/48	N-O	Dilacér.	5 760 000	0,102	25	1,60
		Emiss.	116 000	33,2	1	6,00
		Carras	4 600	34,2	0,2	6,40
		Henry Pl.	780	34	0	6,40
31/8/48	N-O	Dilacér.	18 400 000	0,105	25	1,20
		Emiss.	948 000	32,4	3	5,60
		Carras	600 000	34	0,5	6,00
		Henry Pl.	3 100	35	0	6,20
7/9/48	N-O	Dilacér.	6 140 000	0,120	20	1,60
		Emiss.	148 000	33,4	3	6,40
		Carras	19 200	34,2	0,1	6,80
		Henry Pl.	2 400	34,4	0	6,40
14/9/48	O-NO	Dilacér.				
		emiss.	294 000	29,6	5	6,40
		Carras	43 000	34,2	0,1	6,40
		Henry Pl.	510	34,8	0	6,20
21/9/48		Dilacér.	30 000 000	0,100	20	1,20
		Emiss.	656 000	29,6	4	5,30
		Carras	41 000	34	0,2	6,40
		Henry Pl.	2 200	34,8	0	6,60

Date	Vent	Pt de Prélèv.	Nbre de germes par 100ml.	Salinité en gr/l	N. ammon. en gr/l	oxygène dissous
28/9/48	O-NO	Dilacér.	6 000 000	0,051	25	5,20
		Emiss.	1 150 000	29,4	5	4,80
		Carras	6 500	34,2	0,2	6,40
		Henry pl.	3 300	34	0	6,20
6/10/48	E-NE	Dilacér.	7 220 000	0,095	25	1,50
		Emiss.	254 000	33	4	5,20
		Carras	134 000	34	0	6,20
		Henry Pl.	4 300	34,80	0	6,40
12/10/48	N-O	Dilacér.	257 200 000	0,090	22	1,20
		Emiss.	7 200 000	31	5	5,80
		Carras	4 900	33,8	0,2	6
		Henry Pl.	3 100	35	0	6,20
20/10/48	N-NO	Dilacér.	91 400 000	0,091	16	4,40
		Emiss.	600 000	32	3	5,80
		Carras	9 700	34,6	0,1	6,40
		Henry Pl.	630	35	0	6,80
26/10/48	N-NO	Dilacér.	18 200 000	0,096	20	2,20
		Emiss.	640 000	30,4	4	4,80
		Carras	160 000	34,4	0	5,20
		Henry Pl.	16 300	34,8	0	6,40
2/11/48	N-NO	Dilacér.	54 200 000	0,108	25	1,40
		Emiss.	11 800 000	30	5	5,20
		Carras	6 700	34,2		6,20
		Henry Pl.	4 200	34,8	0	6,40

Date	Vent	Pt de Prélèv.	Nbre de germes par 100ml.	Salinité en gr/l	N.ammon. en gr/l	oxygène dissous
	N-O	Dilacér.	36 800 000	0,084	24	2,80
		Emiss.	740 000	28,6	5	5,60
		Carras	10 000	34,2	0,1	5,20
		Henry Pl.	4 100	35	0	6,40
16/11/48	N-O	Dilacér.	309 000 000	0,086	20	5,80
		Emiss.	4 600 000	28,8	4	5,60
		Carras	76 000	34,2	0,1	6,80
		Henry Pl.	5 200	34,8	0	6,80
23/11/48	N-O	Dilacér.	700 000 000	0,104	22	3,20
		Emiss.	57 600 000	30,2	4	6
		Carras	52 000	34	0	6
		Henry Pl.	2 470	34,6	0	7,60
30/11/48	N-O	Dilacér.	21 600 000	0,142	18	5,60
		Emiss.	1 320 000	27,4	3	6,40
		Carras	400 000	34,2	0,2	6,80
		Henry Pla.	770	35,2	0	6
8/12/48	N-O	Dilacér.	28 400 000	0,340	20	6,60
		Emiss.	100 000	34,8	3	7,20
		Carras	2 700	35,3	1	6,80
		Henry Pl.	390	35,2	0	7
15/12/48	N-O	Dilacér.				
		Emiss.	100 000	32,4	2	6,80
		Carras	112 000	34,6	0,7	6,40
		Henry Pl.	410	34,7	0	7,20

Date	Vent	Pt de Prélèv.	Nomb. de germes par 100ml.	Salinité en gr/l	N. ammon. en gr/l	oxygène dissous
28/12/48		Dilacér.	17 600 000	0,127	22	7,40
		Emiss.	3 200 000	29,4	4	7,20
		Carras	400 000	34,4	3	7,40
		Henry Pl.	2 800	34,8	0	7,80
4/1/49	N-O	Dilacér.	6 200 000	0,075	25	9
		Emiss.	1 180 000	27,2	4	7,60
		Carras	104 000	34	0,2	7,20
		Henry Pl.	1 690	34,8	0	7,60
18/1/49	N-O	Dilacér.	4 040 000	0,110	22	6,80
		Emiss.	788 000	31,2	4	6
		Carras	24 800	34,4	0	5,90
		Henry Pl.	1 540	34,8	0	6,80

C.E.R.B.O.M. : 1ère expérience

RESULTATS DES EXAMENS CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES DES PRELEVEMENTS D'EAU

PRELEVEMENTS DE SURFACE.

N° du Prélèv.	Distance à l'émiss.	Salinité	Coliformes ds 100 ml	E. coli ds 100 ml	Strept. fécaux dans 100 ml
1	0	34,24	1 350 000	215 000	38 000
2	93 m	36,30	250 000	165 000	22 000
3	321 m	35,87	1 000 000	30 000	37 000
4	335 m	35,81	900 000	150 000	33 000
5	438 m	35,72	255 000	35 500	38 000
6	455 m	35,51	400 000	180 000	19 500
7	515 m	35,69	275 000	100 000	29 000
8	558 m	35,80	185 000	42 000	11 000

PRELEVEMENTS EN PROFONDEUR (- 10 m)

N° du Prélèv.	Distance à l'émiss.	Salinité	Coliformes ds 100 ml	E. coli ds 100 ml	Strept. fécaux dans 100 ml
9	20 m	37,33	95 000	2 000	48 500
10	50 m	37,41	6 000	0	2 000
11	270 m	37,44	10 000	0	2 000
12	261 m	37,43	10 000	1 000	2 000
13	322 m	37,45	8 000	0	40 000
14	442 m	37,45	6 500	0	12 000
15	379 m	37,40	40 000	20 000	11 000

PRELEVEMENTS EN PROFONDEUR (- 20 m)

N° du Prélèv.	Distance à l'Emiss.	Salinité	Coliformes ds 100 ml	E. Coli dans 100ml	Strept. fécaux ds 100 ml
16	320 m	37,44	1 000	0	15 500
17	368 m	37,45	0	0	1 000
18	378 m	37,29	1 000	0	2 000
19	503 m	37,43	0	0	0
20	513 m	37,26	28 000	8 000	7 000
21	554 m	37,44	2 000	1 000	20 000
22	594 m	37,43	0	0	0
23	620 m	37,34	8 000	1 000	0

PRELEVEMENTS EN PROFONDEUR (- 30 m)

N° du Prélèv.	Distance à l'Emiss.	Salinité	Coliformes ds 100 ml	E. coli ds 100 ml	Strept. Fécaux ds 100 ml
24	368 m	37,49	5 000	0	1 000
25	378 m	37,24	40 000	11 000	4 000
26	503 m	37,45	0	1 000	5 000
27	513 m	37,35	4 000	0	17 000
28	554 m	37,44	1 000	0	3 000
29	594 m	37,41	0	0	0

DILACERATEUR

Salinité (en grs par litre) 0,20

coliformes (par 100 ml) 33 000 000

E. Coli 2 050 000

Strept. fécaux 2 200 000

C.E.R.B.O.M. 1ère expérience.

RESULTATS DES EXAMENS CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES DES PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS.

AXE DE DIRECTION SUD.

N° du Prélèv.	Distance à l'émiss.	Profondeur	Coliformes ds 100 ml	E. coli ds 100 ml	Strept. fécaux ds 100 ml	Azote org (Gr/100 ml)
1	30 m	10 m	7 000	20	1 000	0,550
2	40 m	12 m	2 000	0	1 000	0,240
3	50 m	15 m	50	25	2 000	0,164
4	70 m	20 m	50	17	1 000	0,083
5	110 m	30 m	50	0	1 000	0,13
6	140 m	45 m	0	0	0	

AXE DE DIRECTION SUD-EST.

N° du Prélèv.	Distance à l'Emiss.	Profondeur	Coliformes ds 100 ml	E.Coli ds 100 ml	Strept. fécaux ds 100 ml	Azote org (gr/100 ml)
7	10 m	10 m	3 000	3 000	1 000	1,20
8	30 m	11 m	2 000	0	2 000	1,43
9	50 m	12 m	2 000	2 000	2 000	1,71
10	90 m	15 m	10	10	10	0,55
11	130 m	22 m	10	10	2 000	1,41
12	190 m	30 m	5	0	10	0,218
13	230 m	38 m	3	0	10	0,095
14	250 m	35 m	1	0	10	0,075

C.E.R.B.C.M. 2ème expérience.

PRELEVEMENTS D'EAU EN SURFACE

Points	Coliformes par 100 ml	E. Coli par 100 ml	Strept. fécaux par 100 ml
A	8 000 000	100 000	200 000
B	1 200 000	300 000	160 000
C	1 200 000	190 000	20 000
D	120 000	30 000	38 000
E	320 000	11 000	1 000
G	1 600 000	70 000	25 000
H	3 850 000	30 000	0
J	2 500 000	10 000	26 000
I	4 500 000	2 000	9 000
K	460 000	80 000	1 000
L	33 000	1 000	1 000
M	2 000 000	100 000	13 000
N	360 000	30 000	3 000
O	3 000 000	30 000	20 000
P	2 200 000	20 000	5 000
R	570 000	40 000	7 500
S	300 000	10 000	1 000

PRELEVEMENTS EN PROFONDEUR : - 5 mètres.

Points	coliformes par 100 ml	E. Coli par 100 ml	Strept. Fécaux par 100 ML
A	300 000	4 000	1 000
B	18 000	7 000	2 000
C	15 000	9 000	0
D	10 000	2 000	10 000
E	1 000	1 000	0
G	12 000	0	0
H	20 000	0	0
I	10 000	0	0
J	30 000	5 000	6 000
K	16 500	0	0
L	1 000	0	0
M	1 000	1 000	0
N	11 000	3 000	0
O	18 000	2 000	1 000
P	10 000	3 000	0
R	4 000	1 000	1 000
S	10 000	0	1 000

PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS

Points	Coliformes /cm ³ de vase	E. Coli /cm ³ de vase	Strept. fécaux /cm ³ de vase	Azote en grs/100grs de poids sec.
A	160 000	6 000	20 000	0,31
B	30 000	100	30 000	0,05
C	10 000	100	0	0,27
D	5 500	100	100	0,60
E	100	100	0	0,29
G	10 000	7 000	2 000	0,94
H	3 000	0	0	0,37
J	10 000	100	0	0,30
I	300	0	0	0,34
K	0	0	0	0,13
L	0	0	0	0,17
M	3 000	1 000	0	0,04
N	100	1 000	0	0,25
O	2 000	0	1 000	0,06
P	1 000	0	2 000	0,22
R	4 000	0	1 000	0,30
S	2 000	0	0	0,16

SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS

Au cours de cette étude, nous allons tenter d'établir les relations existant entre les différents facteurs envisagés et leur rapport avec la dispersion des eaux résiduaires en mer.

I - ETUDE DES RESULTATS OBTENUS AU COURS DE LA MISSION HYDROCURE :

Les valeurs moyennes des résultats sont les suivantes :

	Nbre de germes par 100 ml	Salinité gr/l	oxygène dissous cm ³ /l	N. ammoniacal en gr/ l
Dilacérateur	69 588 846	0,093	3,12	22,4
Emissaire	4 177 876	30,469	6,09	3,64
Carras (135m)	75 623	34,141	6,62	0,35
Henry pl. (800m)	3 244	34,571	6,88	0

a) Etude de la dispersion bactérienne :

Nous notons en examinant les chiffres précédents une diminution nette rapide et régulière du nombre total de germes présents par 100 ml d'eau prélevée.

A l'émergence de l'émissaire, il ne reste plus que 6% des germes présents au niveau du dilacérateur. A Carras et à Henri-Plage, ceux-ci passent respectivement à 10^{-3} et à 10^{-4} .

b) Etude de la salinité et de la numération totale des germes :

Si nous considérons la salinité moyenne des prélèvements pratiqués à l'émissaire, nous constatons que, si la salinité moyenne de l'eau de mer en ce point est de 37 gr/l, il existe encore 17,5 % d'eau d'égoût au point d'émergence de l'émissaire.

Il semble donc que la dilution ne puisse pas expliquer la chute brutale du nombre total des germes.

c) Etude de l'azote ammoniacal :

Celui-ci diminue rapidement. Au point d'émergence de l'émissaire il ne reste plus que 16 % du taux observé au niveau du dilacérateur ; ceci peut être expliqué par la dilution.

d) Etude de l'oxygène dissous :

Au point d'émergence de l'émissaire, la teneur en oxygène, la teneur en oxygène dissous de l'eau prélevée est nettement supérieure à la teneur en oxygène de l'eau d'égout. Ce taux d'oxygène dissous augmente notablement à mesure que l'on s'éloigne du point de rejet.

Il ne semble pas y avoir de relation entre cette augmentation de l'oxygène et la diminution du nombre des bactéries présentes.

II - ETUDE DES RESULTATS OBTENUS AU COURS DES MISSIONS EFFECTUEES PAR LE C.E.R.B.O.N.-

Nous nous attacherons à l'étude de 3 éléments :

- la dispersion bactérienne
- les rapports salinité/dispersion bactérienne
- la sédimentation

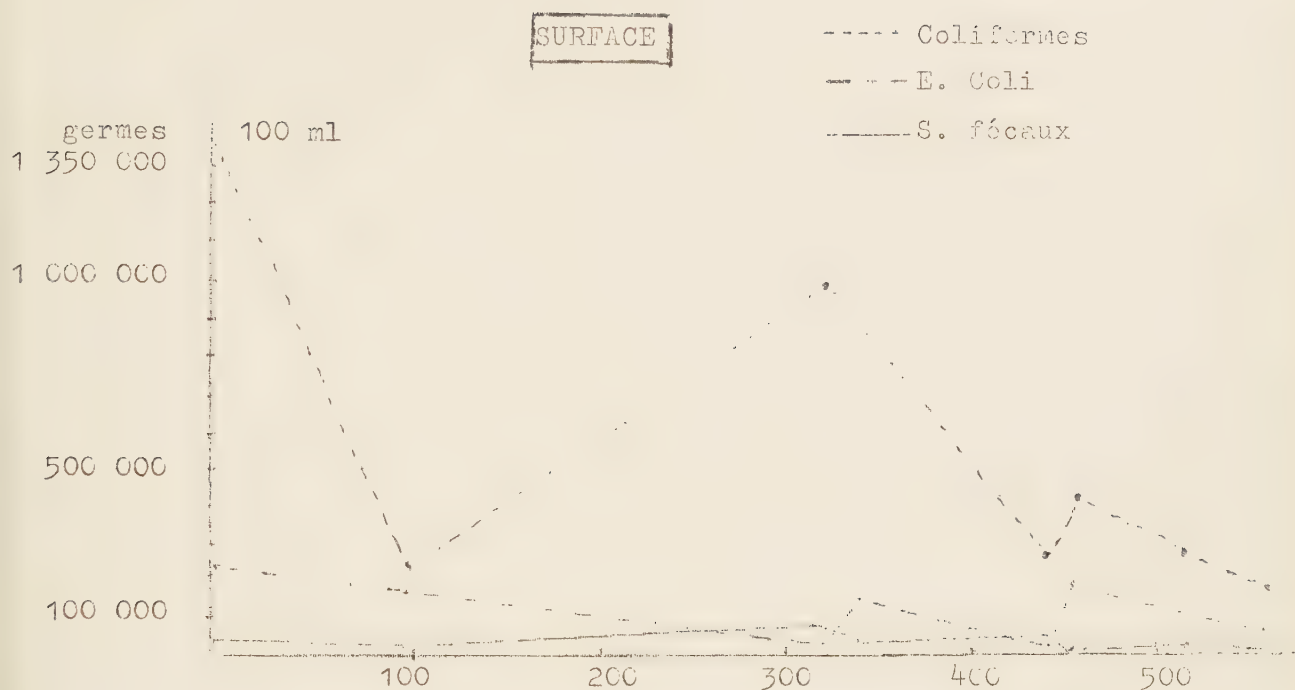
a) Etude de la dispersion bactérienne :

En examinant les résultats de la première expérience, nous pouvons conclure que le nombre des germes diminue rapidement dès le rejet et en mer puisque les coliformes passent de 33 000 000 à 1 350 000, les *Escherichia coli* de 2 050 000 à 215 000 et les streptocoques fécaux de 2 200 000 à 38 000.

De plus, la contamination immédiate est plus importante en surface qu'en profondeur ; ceci pourrait être expliqué par la différence de densité des deux masses liquidiennes en présence.

Enfin, l'observation des courants dans les conditions de l'expérience (vent de secteur Nord) montre que les eaux de surface dérivent selon une direction Sud / Sud-Est, alors qu'en profondeur, elles prennent une direction Est.

D'autre part, l'étude des vitesses de dérive des courants a montré que celles-ci étaient plus rapides en surface qu'en profondeur.

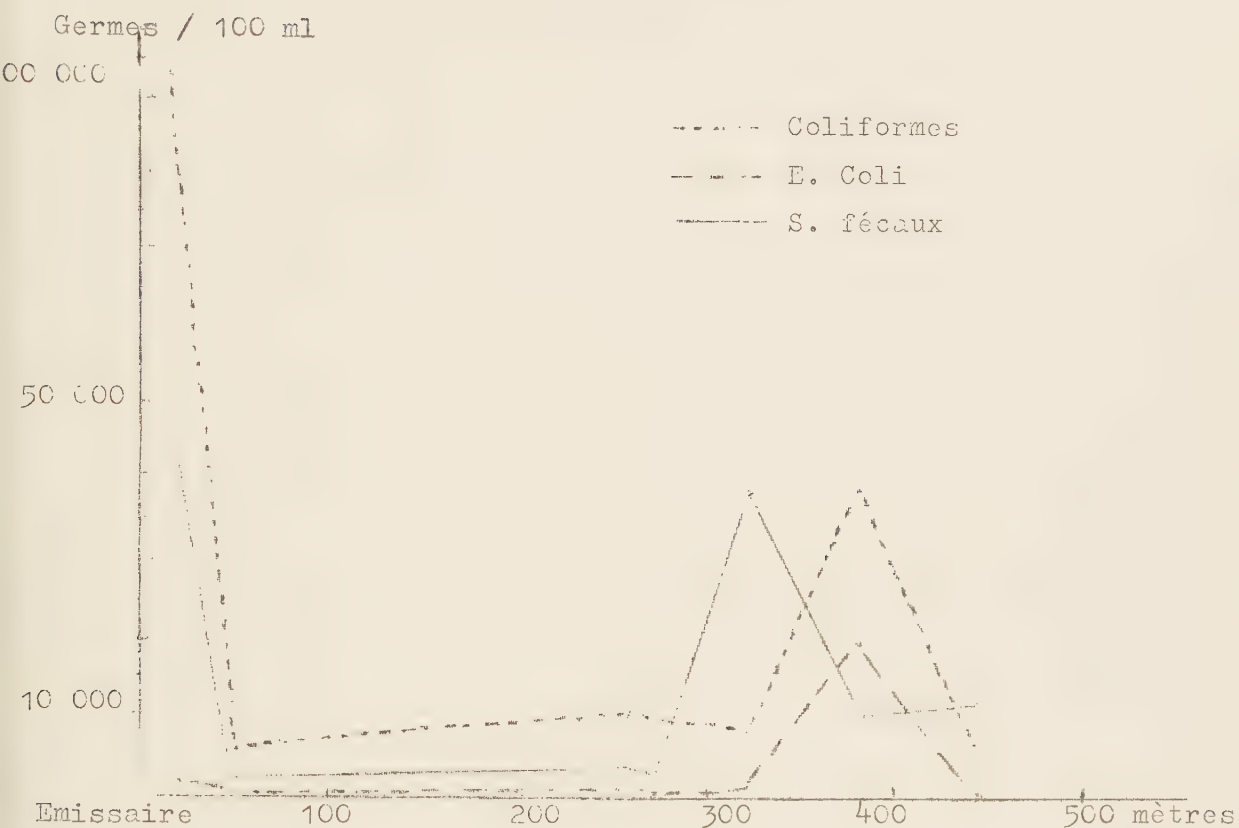


Salinité en grs/ litre



Etude corrélatrice de la dispersion bactérienne et de la salinité. Carras.

PROFONDEUR 10 METRES

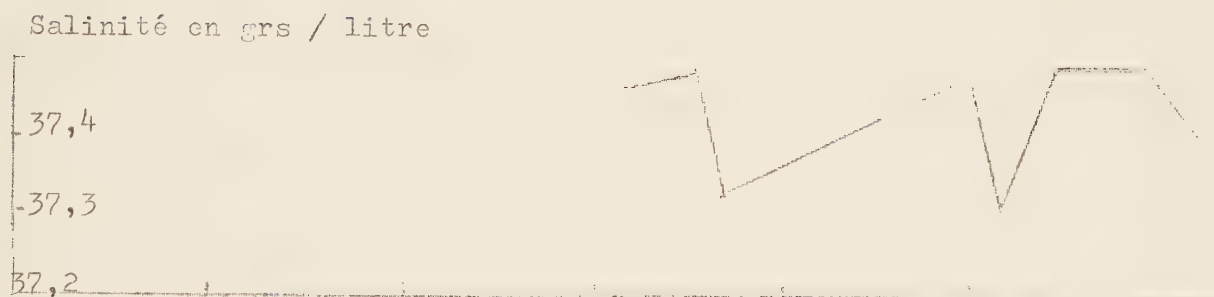
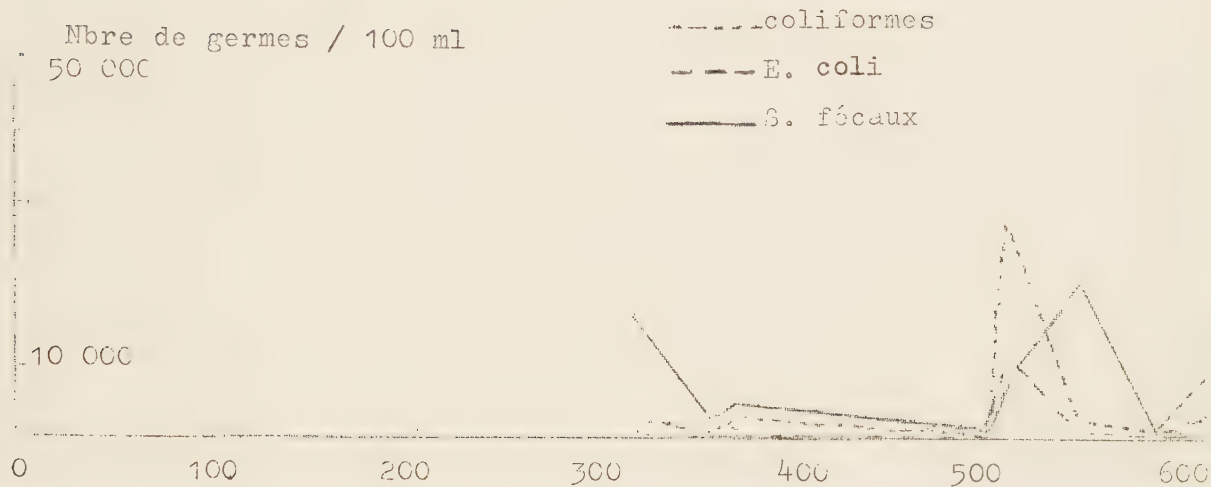


salinité en grs / litre



Etude corrélatrice de la dispersion bactérienne et de la salinité. Carras.

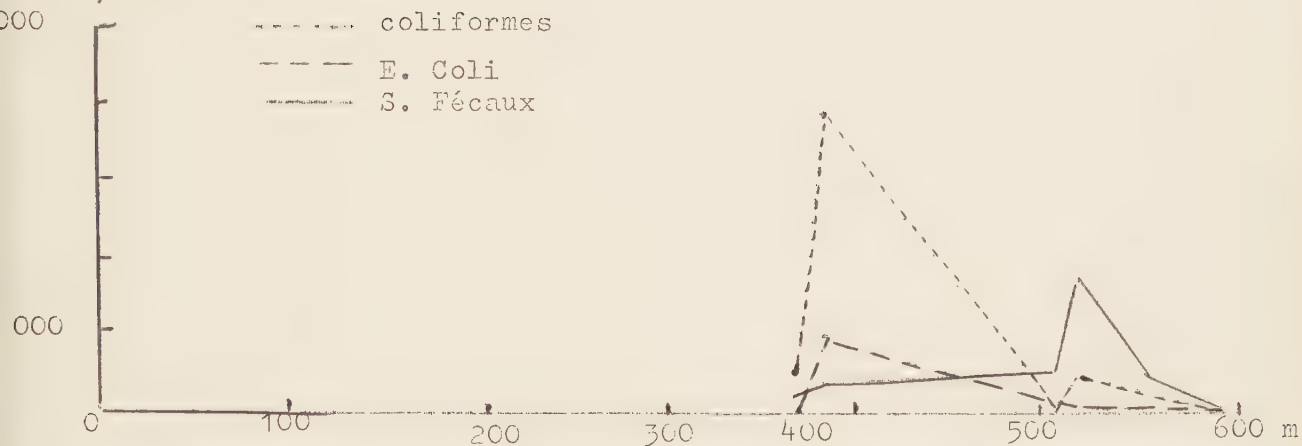
PROFONDEUR 20 METRES



Etude corrélatrice de la dispersion bactérienne et de la salinité.
 Carras.

PROFONDEUR 30 METRES

Germes/100ml



Salinité en grs/ litre



Etude corrélatrice de la dispersion bactérienne et de la salinité.
Carras.

Il est à rappeler que les prélèvements ont été faits dans des conditions météorologiques stables (vent de secteur Nord, de vitesse constante pendant les 7 heures précédant l'expérience et au cours de l'expérimentation).

La dispersion bactérienne a été étudiée par l'établissement de courbes représentant le nombre de chacun des germes en fonction de l'éloignement du point d'émergence de l'émissaire et ce aux différentes profondeurs. (voir pages 38, 39, 40 et 41).

Il ressort de cette étude que la dispersion des bactéries ne se fait pas de manière homogène. On ne trouve plus que 250 000 coliformes à 93 mètres de l'émissaire, mais 1 000 000 à 321 mètres et 400 000 à 455 mètres.

Il en est de même en profondeur, puisque à - 10 mètres et à 50 mètres de l'émissaire on trouve 6 000 coliformes mais il y en a encore 40 000 à 379 mètres.

Cette dispersion a pu être étudiée de manière plus approfondie au cours de la seconde expérience du C.E.R.B.O.M.

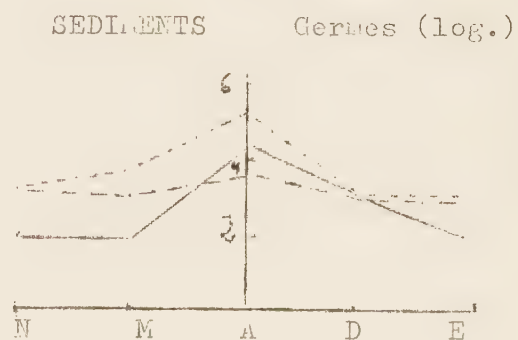
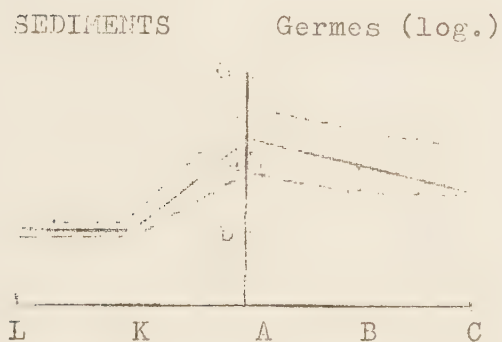
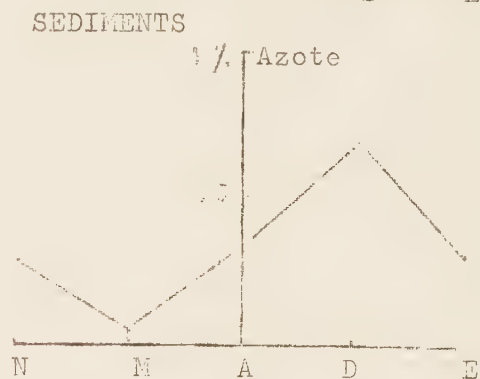
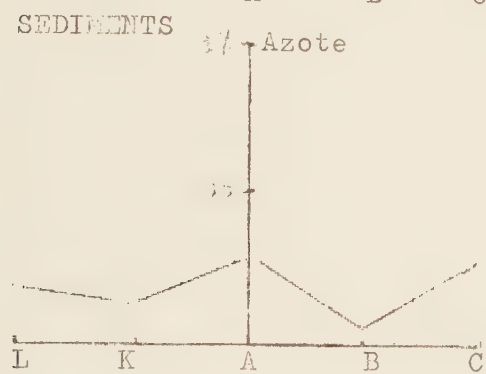
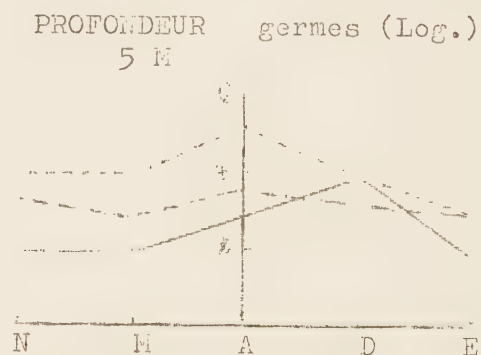
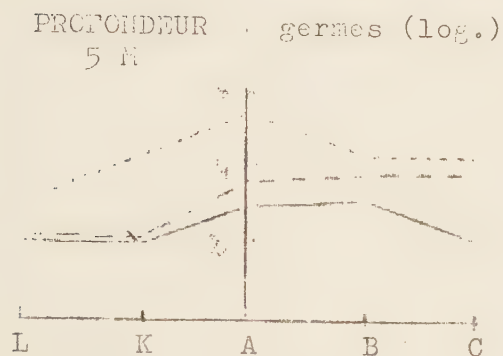
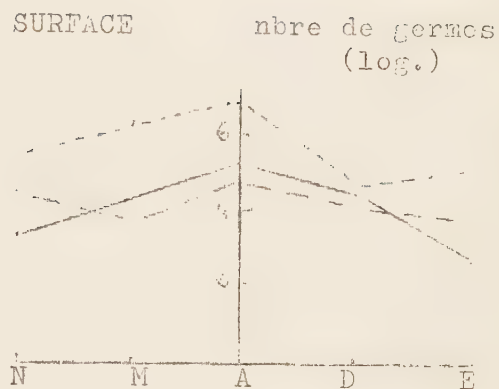
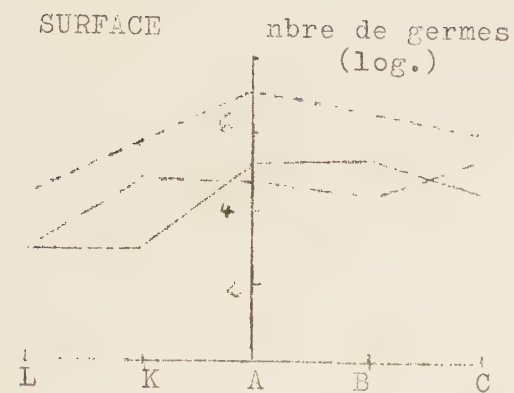
Les prélèvements ont été effectués selon 4 axes centrés par l'émissaire. Des courbes isobactériennes ont été tracées d'après les résultats obtenus en surface, à - 5 mètres et pour les sédiments. (voir pages 43, 44 et 45)

Il en résulte que la dispersion se fait en surface selon un axe Nord-Ouest/Sud-Est (le vent était de secteur Nord-Ouest) et à la profondeur de 5 mètres et au niveau des sédiments, on assiste à une orientation nette vers l'Est (ceci s'explique par le relief du fond.)

La dispersion des bactéries ne se fait donc pas de la même manière dans toutes les directions et à tous les niveaux. Elle semble en rapport très net avec les vents, les courants et le relief des fonds sous-marins .

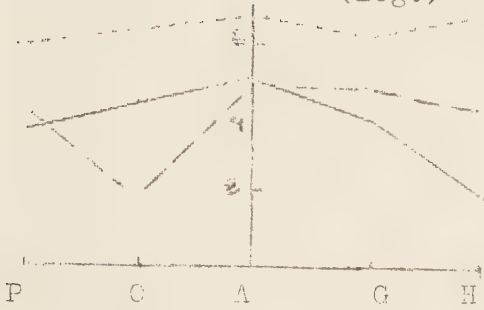
b) Etude corrélatrice de la dispersion bactérienne et de la salinité :

Les résultats nous ont permis d'établir des courbes représentant les variations de la salinité aux différents points de prélèvements en fonction de leur éloignement de l'émissaire et ceci en surface et aux différentes profondeurs. Parallèlement ont été établies des courbes de numé-

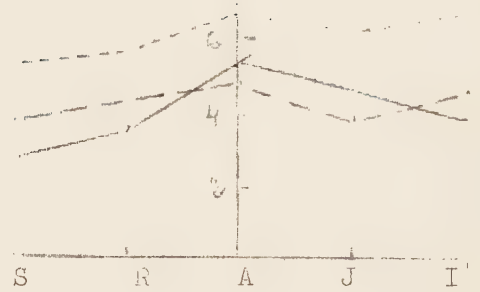


Etude corrélatrice du nombre de germes en surface, à la profondeur de 5 mètres et dans les sédiments, selon chaque axe.

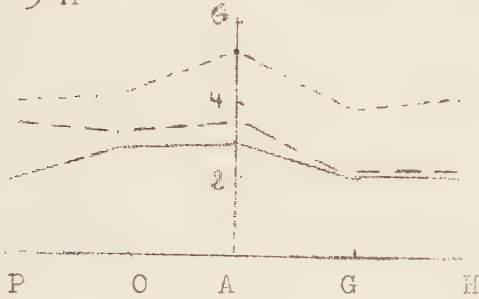
SURFACE nombre de germes (log.)



SURFACE nombre de germes (log.)



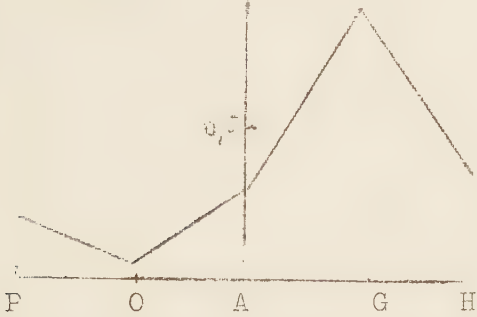
PROFONDEUR 5 M germes (log.)



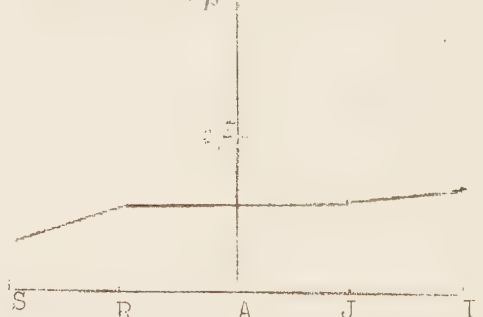
PROFONDEUR 5 m germes (log.)



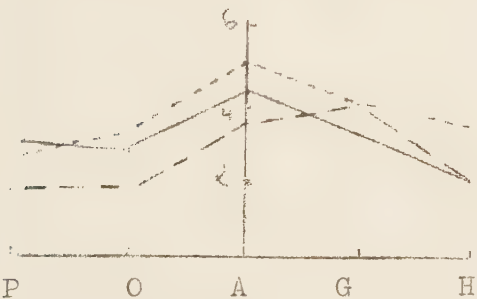
SEDIMENTS 1% Azote



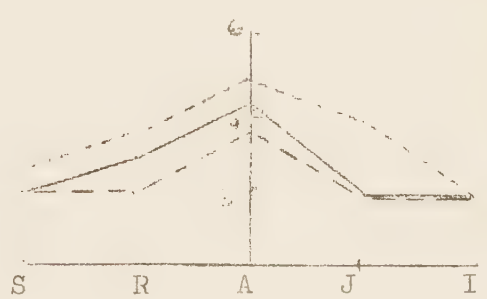
SEDIMENTS 1% Azote



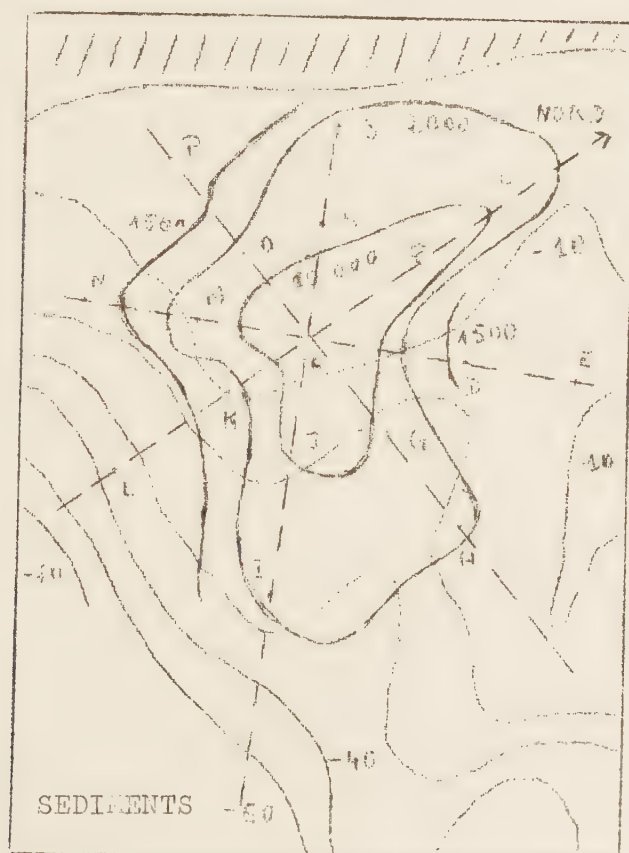
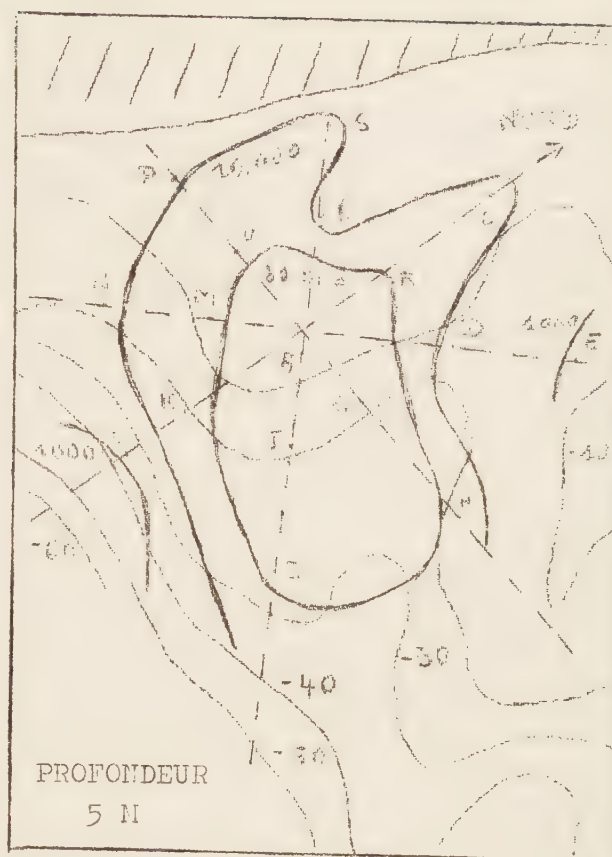
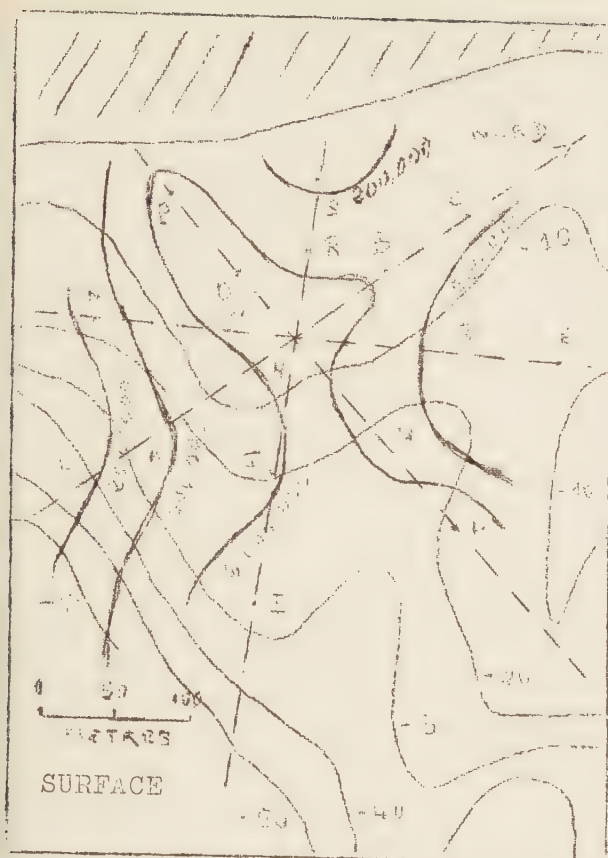
SEDIMENTS Germes (log.)



SEDIMENTS Germes (Log.)



Etude corrélatrice du nombre de germes en surface, à la profondeur de 5 mètres, et dans les sédiments selon chaque axe.



Emissaire de Carras : courbes isobactériennes (coliformes).

bactérienne. (voir pages 38, 39, 40 et 41).

Nous pouvons conclure, qu'à quelques exceptions près, la variation de la salinité correspond à une variation inverse du nombre des germes ; Les zones à pollution élevée correspondent à des zones de faible salinité.

Il en résulte que l'irrégularité de la dispersion des bactéries peut s'expliquer par l'irrégularité de diffusion des eaux douces dans des eaux de faible salinité et l'individualisation de certaines masses d'eaux usées. Ces masses sont probablement maintenues par des phénomènes de tension superficielle s'exerçant à la limite des deux phases de densité différente. Elles dérivent lentement selon les courants.

Monsieur le Professeur DEVEZE a d'ailleurs fait état au cours d'un exposé symposium de la commission Internationale de la mer Méditerranée à Monaco, en 1964, de l'existence de telles " lentilles " d'eaux de salinité inférieure restant isolées dans la masse marine.

Au point d'émergence de l'émissaire, le rapport eau douce/eau de mer est de 1/10 ; si, à ce niveau, on retrouve 10% des *Escherichia coli* présents au dilacérateur, le pourcentage des coliformes n'est plus que de 4% et celui des streptocoques fécaux de 2%. Il semble donc que la dilution seule ne puisse expliquer ce phénomène.

c) Etude de la sédimentation :

Elle comprendra l'étude de la dispersion bactérienne sur le fond et celle du taux d'azote organique des sédiments.

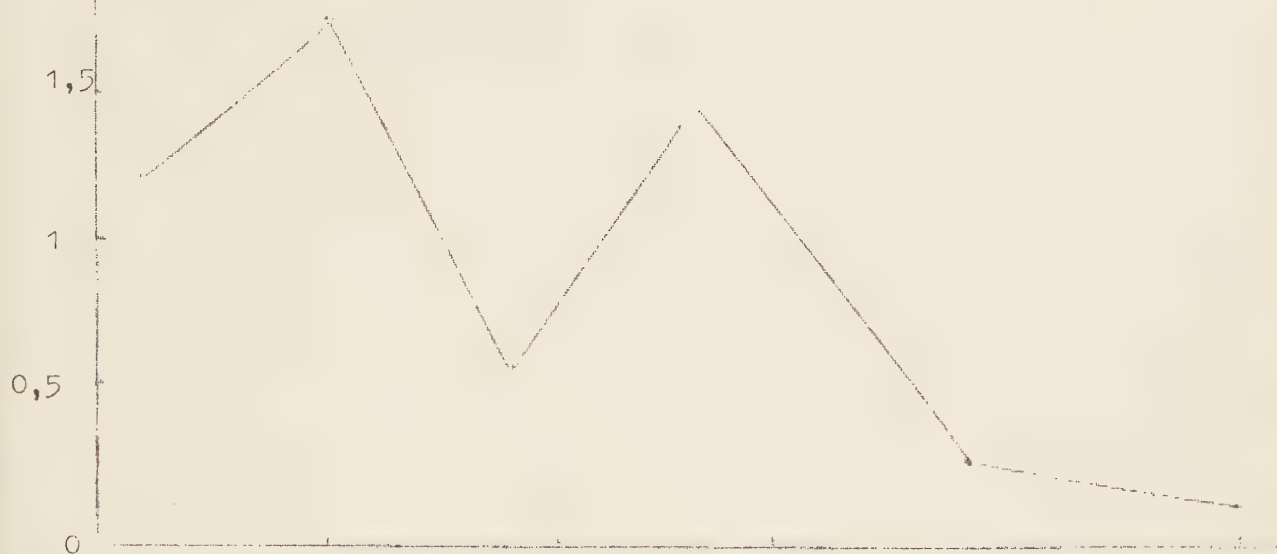
Une première série de courbes représentera le nombre de chacun des germes en fonction de la distance point de prélèvement/émissaire ; puis une seconde série traduira les variations de teneur en azote organique contenu dans les sédiments en fonction de cette même distance. Le profil du fond sera représenté sur chaque graphique. (voir pages 47 et 48).

De même a été établi un graphique traduisant les variations du nombre de chacun des germes en surface à la profondeur de 10 mètres et au niveau des sédiments (voir page 49).

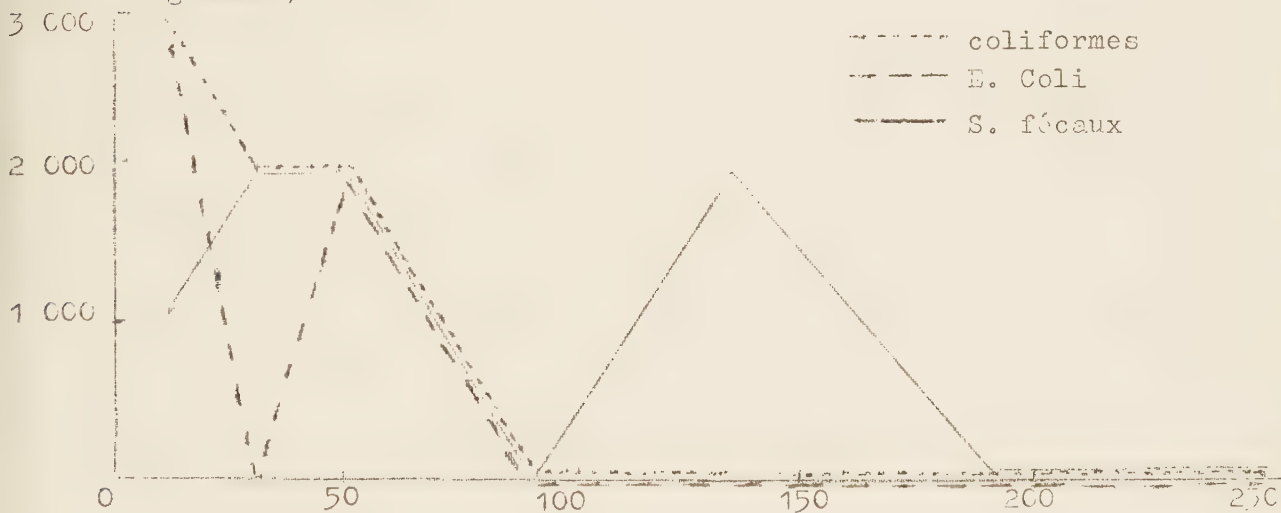
Nous pouvons conclure de cette étude que le nombre des germes en surface est très supérieur à celui trouvé en profondeur et dans les sédiments (1.000.000 en surface contre 50.000 à - 10 mètres et 2.000 dans les sédiments.)

AXE DE DIRECTION SUD-EST

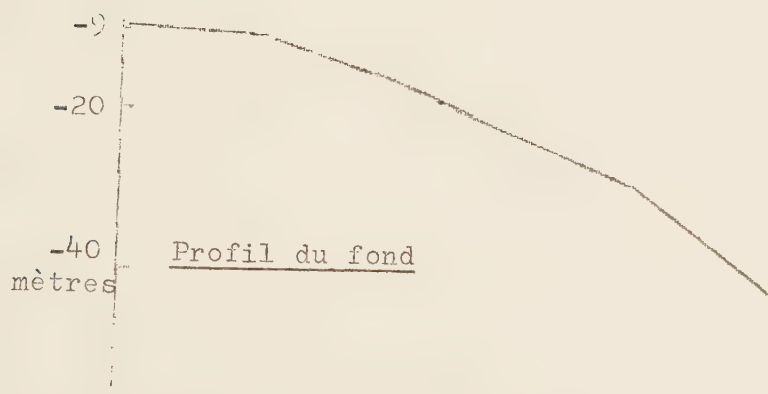
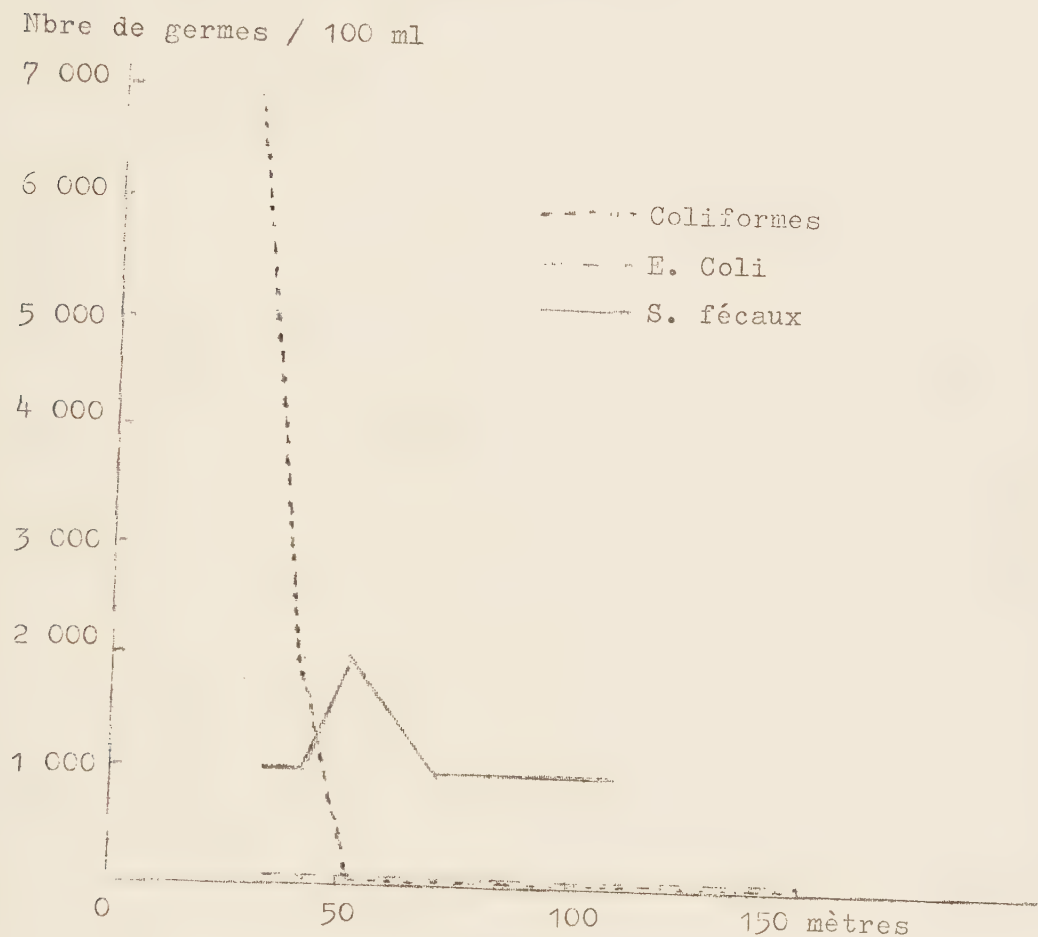
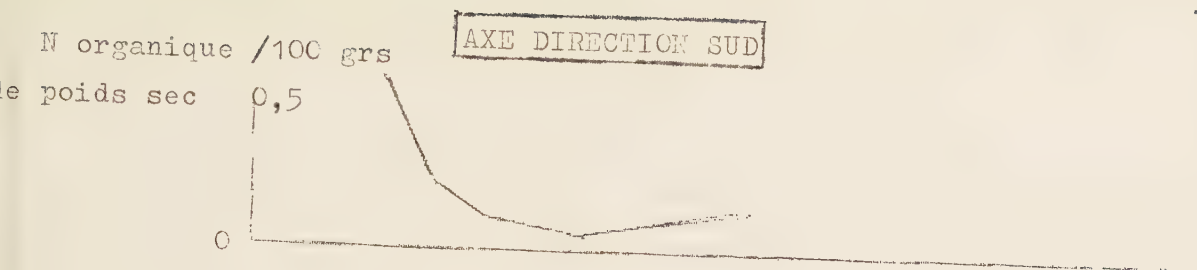
N organique / 100 grs
de poids sec.



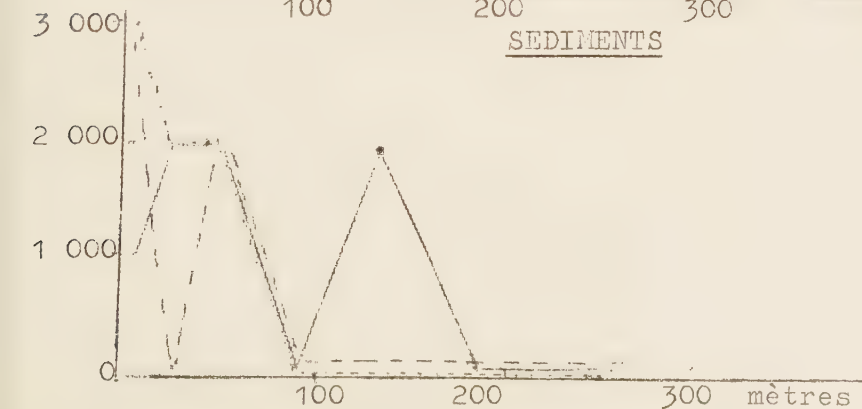
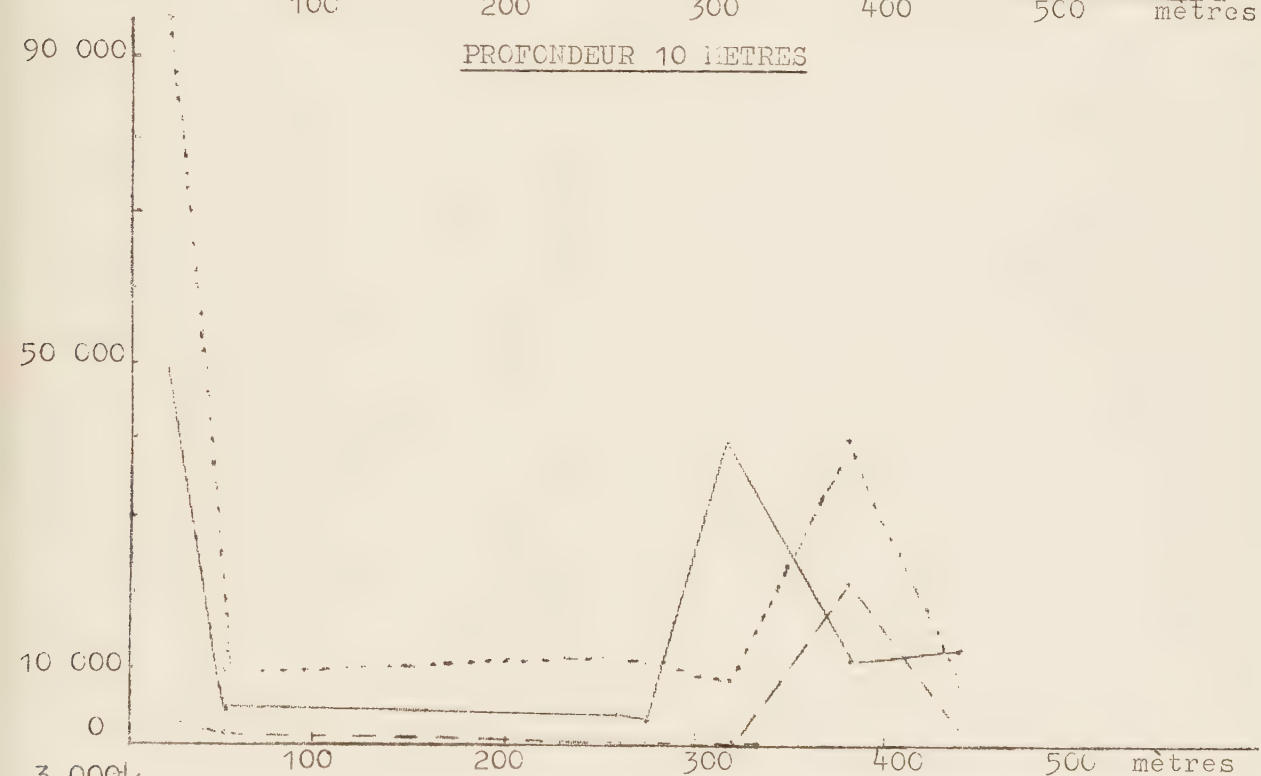
Nombre de germes / 100 ml



Etude corrélatrice de la répartition bactérienne et du taux d'azote organique dans les sédiments.



Etude corrélatrice de la répartition bactérienne et du taux d'azote organique dans les sédiments.



Etude comparative de la dispersion bactérienne en surface, à - 10 m,

Dès que l'on s'éloigne de l'émissaire, le nombre de germes présents dans les sédiments diminue rapidement ; on note une disparition quasi totale des coliformes et *Escherichia coli* au-delà de 50 mètres de l'émissaire en direction Sud et au-delà de 190 mètres en direction Sud-Est.

La diminution des streptocoques fécaux est plus lente ; ils semblent montrer une résistance particulière au milieu marin ; ceci pourrait expliquer l'accumulation de ces germes vivants sur le fond.

Les variations du taux d'azote organique au niveau des sédiments reflètent la répartition sur le fond des particules organiques présentes dans les eaux usées et qui ont sédimenté, car le pourcentage d'azote organique des sédiments prélevés au voisinage d'un émissaire est supérieur au taux trouvé dans des sédiments prélevés en dehors de toute zone de rejet d'eaux résiduaires.

On pourra donc étudier plus facilement la sédimentation des bactéries si l'on admet que les germes ne se sédimentent rapidement que s'ils sont fixés sur des particules de masse assez importante.

En étudiant la courbe représentant les variations du pourcentage d'azote organique dans les sédiments, dans la direction Sud-Est, nous constatons que les particules présentes dans les eaux usées possèdent au débouché de l'émissaire une certaine vitesse, par conséquent la sédimentation est faible, puis, la vitesse diminue et finit par s'annuler, les particules sont entraînées alors vers le fond selon leur masse. Les plus volumineuses sédimentent les premières, les plus légères sous l'influence des courants se déposent plus loin.

D'ailleurs, la sédimentation maximum au cours de notre étude se trouve à une distance de 50 à 100 mètres de l'émissaire.

La même étude a été effectuée sur les prélèvements pratiqués sur l'axe Sud-Est, le maximum de dépôt ici se fait dans les 30 premiers mètres.

CONCLUSIONS A L'ETUDE BACTERIOLOGIQUE ET CHIMIQUE

A la suite de l'étude précédente, nous pouvons affirmer que les bactéries rejetées en mer au débouché d'un émissaire disparaissent assez rapidement, et qu'il existe donc une zone marine polluée mais que celle-ci est toujours assez limitée.

La dispersion des bactéries est soumise à l'influence de la nature de l'émission, ce qui est évident, mais aussi à celle des courants et des vents.

Nous avons pu montrer que la dilution ne suffit pas à expliquer la disparition des bactéries, que les particules organiques sédimentent en fonction des courants, que les sédiments contiennent moins de germes que l'eau de surface et que ces germes diminuent ou disparaissent à mesure que l'on s'éloigne du point d'émergence de l'émissaire.

Seconde Partie.

ETUDE DE LA DISPERSION DES EAUX RESIDUAIRES

PAR LA METHODE DES TRACEURS RADIOACTIFS

ETUDE DE LA DISPERSION DES EAUX RESIDUAIRES PAR LA METHODE DES TRACEURS RADIOACTIFS

Si l'on a bien souvent utilisé les méthodes précédentes pour étudier la dispersion des eaux résiduaires au débouché des émissaires en mer, on a plus rarement essayé d'effectuer un repérage des masses d'eau rejetées afin de mieux suivre leur évolution.

Dans l'hydrologie tellurique, on utilise couramment la fluorescéine, mais pour l'étude des eaux résiduaires, il faut un colorant très concentré. On utilise donc la rhodamine B, traceur coloré qui permet de " visualiser " les eaux usées ; d'autre part, grâce au fluorimètre continu et à des prélèvements successifs, on peut retrouver la rhodamine jusqu'à une concentration de 10^{-3} .

Depuis quelque temps, on utilise certaines résines très fines ; rejetées en quantité suffisante elles forment des traînées blanchâtres au niveau des eaux résiduaires.

Cependant, si ces méthodes sont d'expérimentation facile et le prix de revient assez bas, la méthode de choix semble être l'utilisation des traceurs radioactifs. Celle-ci a été étudiée assez récemment au Danemark (Etude dans les détroits du Belt et du Skagerack), En France elle a fait l'objet d'une expérimentation en travail conjoint du C.E.R.B.O.M (I.N.S.E-R.M.) et de la S.A.R. (C.E.A.).

ETUDE DE L'EMISSAIRE DE LA VILLE DE NICE

I- PRINCIPE DE L'EXPERIMENTATION :

Il s'agissait d'étudier au niveau de l'émissaire de Carras, le trajet des eaux résiduaires en utilisant comparativement les traceurs physique (radio activité du brome 82), chimique (salinité), et biologique (numération totale des germes) à des distances plus ou moins grandes du

point d'émergence de l'émissaire.

Au cours de cette mission, un certain nombre de prélèvements (in situ) ont été réalisés. L'analyse des sédiments n'a pas été effectuée car d'autres expérimentations avaient montré que le brome 82 se fixait presque exclusivement sur la partie colloïdale et non sur la partie sédimentaire. D'autre part, d'après les travaux de WOOD faits antérieurement, les bactéries se fixent sur des micelles assez voisines de celles du brome 82 ; par conséquent, les nuages renfermant le brome et celui où se trouvent les bactéries sont pratiquement les mêmes.

L'étude in situ a été précédée par une étude in vitro. En effet, il s'agit de marquer l'eau à la sortie du dilacérateur ; or ces eaux résiduaires contiennent un certain nombre de particules susceptibles d'absorber le brome et de modifier ainsi le marquage.

Expérimentation princeps sur la fixation particulière :

La fixation éventuelle du brome sur ces particules a donc été étudiée de la façon suivante :

20 litres d'eau prélevés à la sortie du dilacérateur ont sédimenté pendant 42 heures ; après étuvage à 120° du sédiment, le résidu sec a été de 2,43 grammes.

Après avoir ajouté un litre d'eau de mer à ces 20 litres d'eau et après nouvelle sédimentation et nouvel étuvage, le résidu sec est de 0,632 grs mais il reste des particules fines colloïdales en suspension dans cette eau.

Il a donc été déterminé trois classifications granulométriques différentes obtenues :

- par sédimentation naturelle de l'eau de rejet
- par centrifugation après cette sédimentation
- enfin par filtration après centrifugation des particules restant en suspension dans l'eau.

Enfin, la nature du milieu considéré a été étudié selon le volume d'eau de mer mélangé à l'eau de rejet.

Il y avait donc pour chaque test 5 cas possibles :

- milieu de référence : l'eau distillée
- eau de rejet
- eau de rejet + 10% eau de mer
- eau de rejet + 50% eau de mer
- eau de rejet + 90% eau de mer

Chaque étude a été faite sur les mêmes volumes liquidiens avec des poids de matières et des concentrations en brome identiques.

On a comparé l'activité de chaque solution avant et après séparation des particules.

Le temps de contact entre le Brome 82 et les particules était de 2heures.

On a utilisé des tubes de centrifugeuse en Pyrex ; chaque tube contenait 10 cc de la solution, 10 micro grammes de Brome 82 et 100 mg de résidu sec.

Secondairement, l'expérimentation a été poursuivie avec l'eau provenant directement du dilacérateur donc dans les conditions naturelles.

Les conclusions ont été les suivantes :

- aucune absorption du Brome sur les particules sédimentaires
- absorption de 3 à 4% sur les particules centrifugées (3.000t/m) lorsque les échantillons contiennent 50 et 90% d'eau de mer.
- absorption du Brome très importante sur les très fines particules (25% sur les particules inférieures à 0,45 μ) or ces particules ne sédimentent pas et suivent le mouvement de l'eau.

Cette suspension colloïdale serait formée de complexes détergents et de micelles organiques où se développeraient les colonies bactériennes.

Ultérieurement, il sera utile d'étudier la relation granulométrie - bactérie.

D'après les travaux de WOOD et PACLETTI, on émet l'hypothèse que les concentrations en bactéries varient linéairement avec la granulométrie. Les traceurs nous permettent de déterminer la vitesse des courants et la dilution. Nous avons donc une description du phénomène biodynamique et les paramètres qui permettent de le représenter.

II - METHODE UTILISEE

Il s'agit de simuler un rejet continu par l'injection ponctuelle d'un traceur dans un émissaire débouchant en mer. Depuis quelques années le Centre Danois des Isotopes applique cette méthode et utilise comme traceur le Brome 82.

On explore le nuage actif réalisé grâce à des sondes qui enregistrent les variations de concentration obtenue.

Les mesures après interpolation et correction permettent d'établir des courbes d'isoconcentration à des dates T1, T2 du milieu marqué supposé rejeté en régime permanent.

III - REALISATION PRATIQUE DE L'EXPERIMENTATION

Le Brome 82 a une période de 36 heures ; il faut donc que la mer soit calme pendant toute la durée de l'expérience ; par conséquent, la couverture météorologique devrait être suffisante.

a) les bateaux, étaient au nombre de 3.

- le "LEDA", chalutier chargé du matériel principal d'enregistrement et du matériel de prélèvement chimique et bactériologique, dirigeait les opérations.
- le "MARK II", canot pneumatique à moteur possédant quelques appareils, grâce à sa rapidité, déterminait l'évolution du nuage et ses limites.
- le "GALLIA I", également canot pneumatique à moteur complétait le travail de "MARK II".

b) Répartition du matériel

A bord du chalutier, 2 sondes étaient immergées à - 1 mètre et - 3 mètres ; à l'arrière, une autre sonde plongeait à environ -20, - 50 centimètres.

Tous les appareils enregistreurs galvanométriques étaient à bord du chalutier.

A bord des canots, était placée une sonde " STRAT SPP3 "

c) Répartition du personnel :

- sur le chalutier : - 4 personnes du C.E.A. lisaient les cadrans et les enregistrements, écrivaient les résultats fournis par les canots et les observateurs topographiques placés à terre (renseignements par phonie

- 5 personnes du C.E.R.B.O.M. effectuaient les manoeuvres, procédaient aux prélèvements, repérage et établissement des cartes topographiques.

- sur le "MARK II" : - 1 personne du S.A.R. s'occupait des liaisons entre les différents bateaux et le rivage et des mesures de repérage de la radioactivité.

- sur le "GAMMA I" : 2 personnes du S.A.R. pratiquaient des mesures rapides afin de délimiter la forme du nuage et son évolution.

d) Navigation et repérage topographique :

Le repérage du navire a nécessité l'intervention de 5 personnes :

- à terre : 2 observateurs munis de cercles hydrographiques étaient en relation radio avec le chalutier (station Arlette et Betty)

- sur le chalutier : 1 personne donnait par radio les " top " de mesure
1 secrétaire

1 dessinateur traçant la carte des trajectoires du navire. Cette équipe placée près de la cabine pouvait transmettre les "top" de synchronisation à la personne s'occupant des enregistreurs, et recevoir les informations sur le passage dans les zones actives et les reporter sur la carte.

1 personne assurait la liaison cabine arrière-poste de pilotage.

- les canots pneumatiques fournissaient au chalutier les informations sur les évolutions du nuage d'activité.

e) Objectifs de l'essai :

Cet essai avait donc pour objectif :

- la mise au point de la technique de mesures
- la comparaison entre les concentrations du Brome 82, bon traceur de l'effluent , les concentrations en bactéries et la salinité.
- la détermination de la dispersion du traceur et des bactéries.

f) Injection du traceur radioactif :

Le 18 février 1965, à 11 heures 57, a été injectée dans le puits du dilacérateur Est de la sortie de Carras, 1 curie de NH 4 Br marquée au Br 82.

On pouvait ainsi marquer 10^7 m³ d'eau à la concentration minima mesurable.

Le traceur a été transporté dans 2 châteaux de plomb d'un poids total de 300 kg. Il était contenu dans deux bouteilles type pénicilline de 30 cc. L'injection a eu lieu grâce à un "arbatome". Il s'agit d'une canne à plusieurs éléments de 4 mètres de longueur totale permettant de saisir le flacon de traceur à l'intérieur du château de plomb puis de la briser à l'aide d'un système du type " arbalète " dans le milieu à marquer.

Pour mieux repérer le traceur radioactif au début des mesures, 5 minutes avant l'injection du Br 82, 1 kg de rhodamine B diluée dans 25 litres de Méthanol a été injecté.

g) Analyse bactériologique et chimique des prélèvements :

Les prélèvements "in situ", les analyses bactériologiques et chimiques ont été réalisés selon les méthodes décrites précédemment.

L'analyse bactériologique (numération totale des germes), a débuté au maximum deux heures après la prise des échantillons.

L'eau d'égoût prélevée à la station, après dilacération, avant l'injection du Br 82 contenait 850 000 germes par ml.

L'analyse chimique (mesure de la salinité à 0,01 g près) a été effectuée les jours suivants.

IV - RESULTATS DES MESURES

A. Résultats des mesures de radioactivité :

Il y a tout lieu de supposer que le traceur était bien mélangé à la sortie de l'émissaire, sa longueur étant supérieure à 100 fois le diamètre.

La rhodamine a formé un anneau concentrique autour du point où les eaux résiduaires atteignent la surface puis elle a pu être suivie jusqu'à 300 mètres (à vue) de ce point.

LEGENDE

-  trajectoire du chalutier
-  Point prélèv. bac.
-  Zone active à - 1m
-  " " " - 3m
-  enveloppe nuage act.
-  activité max. en 1 ci/m^3
-  Limite d'une zone de
-  150m de prof. de con-
-  centration moy. de
-  1 ci/m^3
-  (activité totale

tale 1ci de
Br82)

Echelle 1/5000

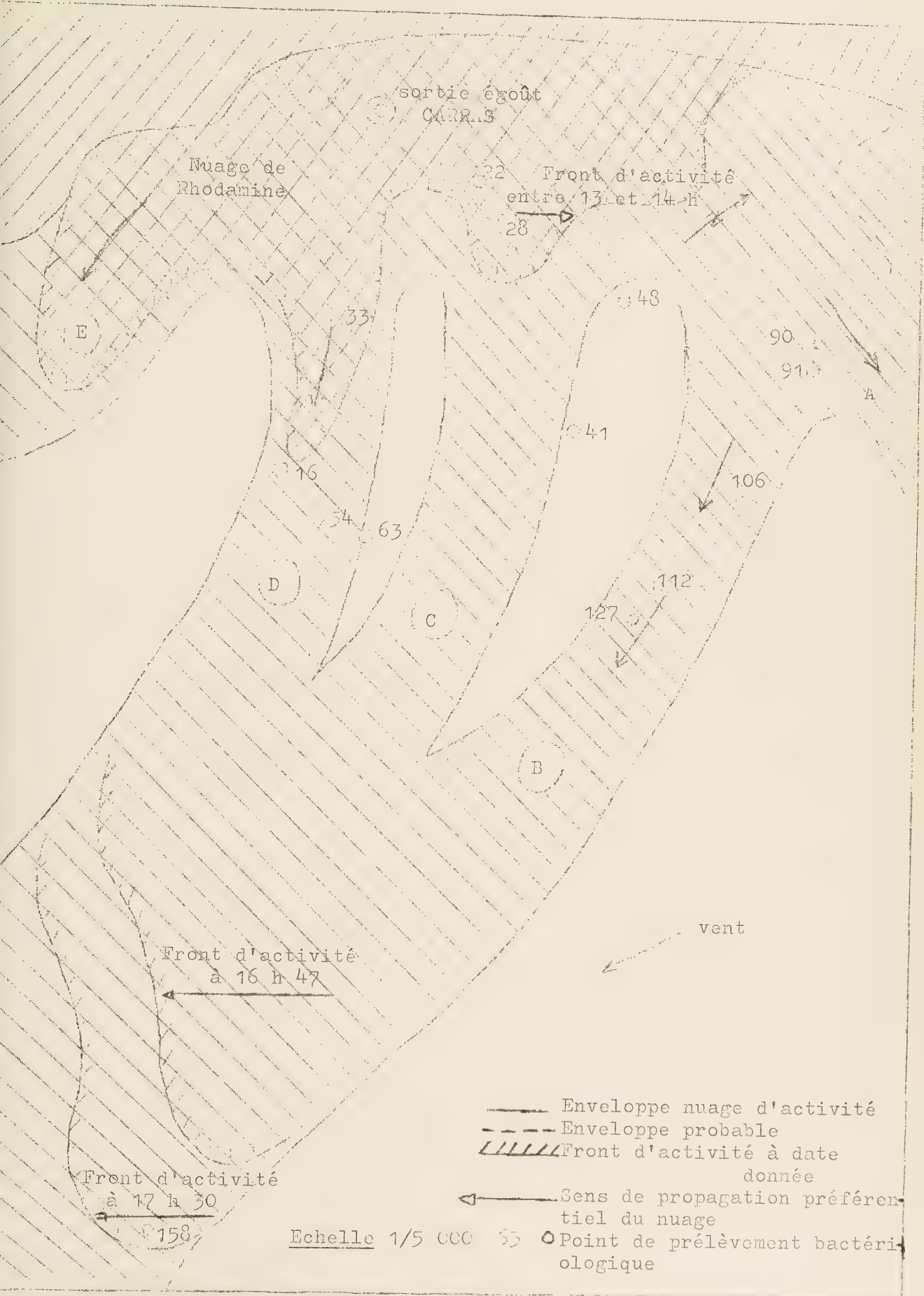
sortie égout
Carras

stat. de
relèvement "Arlette" nuage

Rhodamine

stat. de relèv.
" Betty "

D'après M. AUBERT



Nous pouvons voir sur la carte (voir page 59), la trajectoire du bateau ; il est évident qu'en réalité, celle-ci a été moins anguleuse. La sonde - 25 cm a pratiquement donné les mêmes renseignements que la sonde - 1 mètre ; c'est la zone active relevée par cette sonde que nous avons portée sur la carte.

L'activité a été répartie en 4 îlots (voir carte page 60). L'un (A) s'est dirigé vers la plage en direction de l'Est ; grâce au canot " Gamma I " l'esquisse de ce nuage a pu être étudiée dans les premières heures.

La corne (E) s'est déplacée vers l'aéroport. Ces deux cornes n'ont pas été explorées car leur situation était telle que les distances à parcourir auraient entraîné une perte de temps trop importante.

La vitesse du bateau était de 3 nœuds au début de l'expérience et 4 à la fin. Les prélèvements ont nécessité de nombreux arrêts du bateau et seules les cornes B.C.D. ont été explorées. Il n'a pas été possible de définir la forme du nuage à des dates différentes.

Cependant, les résultats recueillis ont permis de dresser une carte de la zone de progression de la radioactivité dans l'après-midi du 18 février.

Il faut remarquer que :

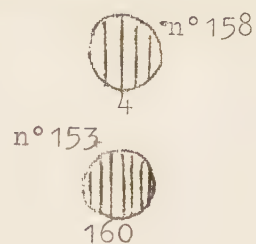
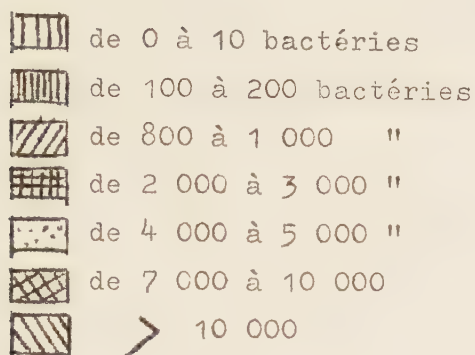
- les 3 cornes "B", "C", "D", se rejoignent, leurs trajectoires s'orientent selon la direction du vent.
- l'activité est restée pratiquement en surface dans les cornes "C" et "D" ; on ne l'a pas trouvée à une profondeur supérieure au mètre.
- dans la corne "B", l'activité a atteint mais n'a pas beaucoup dépassé la profondeur de 3 mètres.

Compte-tenu de la distance d'exploration (2,3 km) on peut dire que l'activité s'est maintenue au voisinage de la surface.

La limite du nuage vers le Sud a pu être fixée à 16 h 57 ; on peut donc donner une limite supérieure aux vitesses des courants superficiels de :

"B"	3 km en 3 h 50	22 cm/s
"C"	2,3 km en 3 h 50	17 cm/s
"D"	2,2 km en 3 h 50	16 cm/s
"E"	1 km en 2 h	14 cm/s

Station	Prélèvt.	Analyses	PROFONDEUR			
			0 m.	- 1 m.	- 3 m.	- 5 m.
22	1	Bactério Salinité	5.000 37,11			
16	2	Bactério	9 000 27,21			
28	3	Bactério	23.000 37,60	35.000 37,52		
32	4	Bactério Salinité	7.000 36,99	230 37,80		
40	5	Bactério Salinité	0 37,88	0 37,82		
54	6	Bactério Salinité	2.000 37,32,	100 37,75		
63	7	Bactério Salinité	2.200 37,14	120 37,85	0 37,85	
71	8	Bactério Salinité	7.000 36,91	220 37,77		
85	9	Bactério Salinité	4.600 36,76	300 37,75		
90	10	Bactério Salinité	4 37,70	0 37,72		
102	11	Bactério Salinité	2.500 37,27	600 37,38	22 37,78	
106	12	Bactério Salinité	900 37,34	600 37,34	250 37,78	
112	13	Bactério Salinité	130 37,34			5 37,77
120	14	Bactério Salinité	800 37,68	100 37,75	25 37,78	2 37,93
153	15	Bactério Salinité	160 37,71	200 37,74	20 37,75	2 37,87
157	16	Bactério Salinité	4 37,85	2 37,86	6 37,88	1 37,89



B. Résultats des mesures bactériologiques et chimiques :

Ceux-ci sont résumés sous forme de tableaux. Les résultats des bactéries sont exprimés en nombre de germes par ml. d'eau prélevée et la salinité en g O/00.

Le nombre de prélèvements n'a été que de 40 environ, ce qui ne nous permet pas de dresser une carte précise de la répartition des germes mais d'entrevoir leur mode de dispersion.

C. conditions météorologiques et hydrologiques :

La température moyenne dans la zone d'étude était de 13,1° C ; la température moyenne de l'air au cours de la journée était de 2,3° c. La mer était calme, le vent de secteur Nord dominant.

D. Remarque

Le jour de l'injection du Brome, il existait de nombreuses nappes de mazout à la surface des eaux du dilacérateur. Il est fort probable qu'elles auraient empêché l'utilisation d'un appareil de dosage continu de la Rhodamine, or, elles ont été retrouvées à 2 km en mer.

V- CONCLUSIONS

Nous pouvons déduire de l'étude des résultats de cette expérimentation un certain nombre de conclusions :

- les eaux usées sont restées marquées jusqu'à 2,5 km du point de sortie de l'émissaire ; or, dans cette zone, il n'existe pratiquement plus de bactéries (4 contre 840.000 par cc au départ), cependant, ce sont toujours les eaux initiales puisque marquées par la radio-activité .

- les zones à forte radioactivité sont aussi celles qui renferment le plus de bactéries.

- Dans les régions où il n'y a pas de radioactivité, il n'y a pas de bactéries. A titre d'exemple, nous pouvons citer certains points de l'Est de Carras, il est d'ailleurs curieux de constater que ces points ont une salinité élevée.

- Une forte densité bactérienne correspond à une faible salinité, et inversement, une forte salinité correspond à un faible taux de bactéries. Il faut noter une exception, dans certaines zones près de l'aéroport où il existe des résurgences d'eaux douces ; il y a donc à cet endroit une faible salinité et un faible taux de bactéries.

- Plus on s'éloigne du point de rejet de l'émissaire, plus la salinité des eaux augmente jusqu'à atteindre les mêmes valeurs que les eaux du large. L'étude de la radioactivité montre cependant que les eaux sont toujours marquées, par conséquent, il s'agit bien des eaux résiduelles initiales, or le taux des bactéries diminue dans le rapport de 100 pour 1 tandis que la salinité passe de 37,60 à 37,85.

- la radioactivité est cantonnée en surface, notamment entre 0 et - 1 mètre ; ceci confirme les résultats bactériologiques obtenus.

Nous avons vu que nous pouvions étudier les eaux résiduelles grâce au traceur biologique que constituent les bactéries. Mais l'utilisation des traceurs radioactifs est une méthode infiniment plus précise puisque la radioactivité est détectée là où il n'existe plus de bactéries. Mais une objection pourrait être faite, à savoir, que la dispersion du brome ne serait peut-être pas représentative de celle des bactéries. Nous avons admis, à la suite des travaux de WOOD et PAOLETTI, que les bactéries se fixent sur des particules comprises entre 1 et 20 microns pour 99,8 %. L'expérimentation "in vitro " pratiquée par le C.E.R.B.O.M. montre que la radioactivité se fixe sur des sédiments inférieurs à 10 microns ; or ceux-ci sont soumis à la diffusion turbulente.

Mais à la suite des travaux de certains auteurs, notamment FUKAI, il a été démontré qu'une " désorption " pouvait se produire lorsque les particules marquées étaient rejetées en eau de mer au lieu d'eau douce. L'élément radioactif pourrait alors se détacher du support sur lequel il était fixé et, soit rester libre, soit se fixer sur d'autres particules présentes dans la mer.

Mais comme l'a fait remarquer M. AUBERT, dans sa Thèse de Doctorat en Sciences, on peut écarter cette objection car " en admettant qu'une grande partie de la radioactivité marque l'eau elle-même et non pas

seulement les particules porteuses de bactéries, étant donné que nous savons que les particules d'une granulométrie voisine de 10 microns sédimentent très peu dans une extension de plusieurs kilomètres, le comportement particulaire sera le même que celui de l'eau dont l'évolution est soumise aux phénomènes de dispersion turbulente d'un fluide.

D'autre part, du fait de l'étude que nous avons faite de la dispersion conjointe des éléments bactériens et radioactifs étudiés en coupe longitudinale et en coupe vertico-transversale, il nous semble à priori qu'on peut écarter le fait que les bactéries et les particules radioactives suivraient un chemin différent car c'est ensemble que nous les avons retrouvés, et à aucun moment nous n'avons eu de fuite bactérienne, soit latéralement au trajet des traceurs radioactifs, soit verticalement dans le plan inférieur ".

CONCLUSIONS GENERALES

Diverses expérimentations nous ont permis de tirer de leurs observations quelques déductions.

Si l'étude d'un émissaire est possible grâce aux méthodes chimiques (salinité, dosage de l'azote organique, de l'oxygène dissous ...), et bactériologiques (devenir des bactéries présentes à la sortie de l'égoût), néanmoins la méthode de choix est celle qui utilise les traceurs radioactifs. Ceux-ci peuvent être détectés à grande distance alors qu'il n'y a plus de bactéries ; ces traceurs permettent donc une étude plus complète et plus réelle de l'évolution des eaux résiduaires au sein du milieu marin.

On constate une disparition rapide des germes dans le milieu marin. Cette disparition est progressive selon la distance mais on note une persistance plus grande en surface. En été, l'eau d'égoût contient en moyenne, par 100 ml, 10 000 000 de coliformes et 1 000 000 de streptocoques fécaux. Or, à 2 milles nautiques de distance, on ne retrouve plus que 5 à 100 bactéries par litre. Il en est de même pour les sédiments puisque à la sortie de l'émissaire, il y a 160 000 coliformes, 6 000 escherichia coli, 20 000 streptocoques fécaux par cm^3 de vase, et à 300 mètres, nous ne retrouvons plus que 2 000 coliformes, les escherichia coli et les streptocoques ont complètement disparu. Certaines bactéries sont plus résistantes que d'autres dans l'eau de mer. Les Escherichia coli sont fragiles, les Streptocoques fécaux sont par contre résistants.

Le phénomène de disparition des bactéries est lié au pouvoir

auto-épurateur de l'eau de mer ; il a été révélé pour la première fois par DE GIAXA en 1889, son mécanisme a été discuté.

Ni la sédimentation, ni la dilution ne pouvaient l'expliquer. " la décroissance des germes ne suit nullement la dilution des eaux qui l'accompagne ; à T 170 minutes, le nombre des germes retrouvés vivants dans l'eau de mer est 115,74 fois plus petit qu'il ne devrait l'être si leur disparition n'était assujettie qu'à la seule dilution de l'eau de mer " (M. AUBERT)

De même, la richesse particulière du milieu marin en sels minéraux ne pourra jouer qu'un rôle secondaire.

L'action bactéricide de la lumière a aussi été invoquée, mais elle ne peut jouer que pour la couche marine la plus superficielle.

Le rôle des bactériophages a aussi été envisagé mais a dû être écarté après les expérimentations de BUTTIAUX et celles réalisées au C.E.R.B.O.M.

Pour tenter d'expliquer ce pouvoir auto-épurateur de l'eau de mer, une étude expérimentale a été faite dans les Laboratoires du C.E.R.B.O.M. et a confirmé ces faits.

Si on ensemence d'eau d'égoût un flacon d'eau de mer fraîche et un flacon d'eau de mer chauffée, on constate que le nombre de germes du second flacon s'accroît tandis qu'il diminue dans le premier.

Le facteur " thermolabile " résiste à la filtration et diminue dans l'eau de mer vieillie.

Ce facteur antibiotique thermolabile sensible au vieillissement est présent dans toutes les mers ; on a donc cherché son origine parmi les facteurs biologiques et plus spécialement le plancton.

Si à une eau de mer chauffée, donc inactive, on ajoute de l'eau d'égoût et du plancton pêché et filtré, les germes disparaissent, alors que dans l'ensemencement sans plancton ou avec plancton chauffé ils croissent.

Les travaux de M. AUBERT et de ses collaborateurs du C.E.R.D.O.M. utilisant la méthode classique des antibiogrammes et portant sur des prélèvements faits en mer, à des endroits différents pendant une année, ont pu démontrer que l'activité antibiotique maxima s'observait avec le phyto-plancton.

La substance antibiotique extraite de certaines formes phytoplanctoniques serait du type pigmentaire, la puissance de son action est augmentée par photo-excitation.

Le milieu marin jouit donc d'un pouvoir auto-épurateur certain qui limite actuellement les actions néfastes produites par les rejets permanents d'eaux résiduaires en mer. Mais, si ce pouvoir auto-épurateur se trouve débordé, l'excès des polluants détruisant l'équilibre établi, les pollutions pourront alors intervenir dans les processus de contamination humaine, et représenter un danger pour la Santé Publique. Il faut par conséquent continuer et intensifier la lutte contre la pollution des eaux de mer.

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT M., LEBOUT H.

Etude de la pollution des plages de Nice par les résidus ou déchets amenés par les courants ou les fleuves côtiers.

Cahiers du C.E.R.B.O.M. Fascicule 4 - 1961.

AUBERT M., LEBOUT H.

Etude de la situation hydrologique et bactériologique des zones marines situées au large du Delta du Var et des régions adjacentes.

Cahiers du C.E.R.B.O.M. Fascicules 3 et 4 - 1962.

AUBERT M., LEBOUT H., AUBERT J.

Action du plancton dans le pouvoir antibiotique du milieu marin

Revue d'Hygiène et Médecine Sociale - tome II n° 2 - 1963.

AUBERT M., LEBOUT H., AUBERT J.

Etude de la vie marine à la sortie d'un émissaire dilacéré ou d'un émissaire à traitement biologique par boues activées.

Cahiers du C.E.R.B.O.M. - Tome II fascicule n° 3 - 1963

AUBERT M., LEBOUT H., AUBERT J.

Rôle du plancton dans le pouvoir antibiotique du milieu marin

Annales de l'Institut Pasteur - Tome 106 n° 1 - 1964

AUBERT M., LEBOUT H., AUBERT J.

Méthodes d'études des pollutions microbiologiques au débouché en mer d'un émissaire d'eaux usées et examen des résultats

Pollution marine par micro-organismes et produits pétroliers

Symposium Monaco - 1964

AUBERT M., LEBOUT H., AUBERT J.

Etude de la valeur et de l'origine du pouvoir antibiotique du milieu marin - Congrès International relatif à la recherche en matière de pollution des eaux

Tokyo - 24 au 28 Août 1964.

AUBERT M., VAISSIERE R., AUBERT J., LE PECHON J.C., VELLARD M.P.

Antibiogrammes obtenus par des extraits planctoniques sur des germes d'origine entérique.

Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine - 148 n° 25/26 - 1964

AUBERT M., LACOSTE R., AUBERT J., GAUTHIER M., GAMBAROTTA J.P.

Dangers des pollutions du milieu marin en thalassothérapie et leurs mesures prophylactiques

Rapport congrès International de la Mer-Ostende Juin 1965

AUBERT M.

Le comportement des bactéries terrigènes en mer

Relations avec le phytoplancton

Cahiers du C.E.R.B.O.M. - Tomes 19 et 20 - 1965

BELLAN-SANTINI D.

Influence de la pollution sur quelques peuplements superficiels de substrat rocheux

Pollution marine par micro organismes et produits pétroliers

Symposium - Monaco 1964.

BRISOU J.

Microbiologie du milieu marin

Editions Médicales Flammarion - coll. Institut Pasteur - 1955

BRISOU J.

Problèmes de la Vie et de la Survie des Bactéries Pathogènes dans le milieu marin

Revue des Corps de Santé des Armées - suppl. au n° 3-1962.

BUTTIAUX R.

Surveillance et contrôle des eaux d'alimentation. La standardisation des méthodes d'analyse bactériologique de l'eau.

Revue de Médecine et d'Hygiène Sociale - Tome 6 n° 2 - 1958

CARLUCCI A.F., PRAMER D.

An evaluation of factors affecting the survival of *Escherichia coli* in sea water :

- Experimental procedures : appl. Microbio. 8 pg 243, 247
- Salinity, ph and nutrients : appl. Microbiol. 8 pg 247, 250
- Antibiotics, Appl. Microbiol. 8 pg 251, 256
- Bactériophages : appl. Microbiol 8 pg 254, 256, - 1960.

GAUTHIER M., GAMBAROTTA J.P., DANIEL S., VELLARD M.P.

Dispersion des bactéries d'un émissaire d'eaux usées au débouché en mer
Cahiers du C.E.R.B.O.M. - Colloque International sur pollutions du milieu marin - Tome 16 - 1964.

GUIZERIX J., AUBERT M.

Etude de la diffusion des Eaux Résiduairees par la méthode des traceurs radio-actifs et des comptages bactériens

Réunion d'Etude du groupe de la Radioactivité de la mer de la C.I.E.S.M.
Monaco - 1965

HEIM de BALSAC H., BERTOZZI, GOUDIN

Pouvoir antibiotique des eaux de mer vis à vis des germes entériques déversés par les effluents pollués des villes

Bulletin Académie Nationale de la Médecine - 136 - 1952.

KETCHUM B.H., CAREY C.L., BRIGGS M.P.

Preliminary studies on the viability and dispersal of coliform bacteria in the sea.

In limnological Aspects of Water Supply and Waste Disposal.

Am. Assoc. adv. Sci., Wash., D.C., pp 64, 73 - 1949.

KETCHUM B.H.

The viability of coliform bacteria in sea water and the dispersion of pollution in tidal estuaries and harbors

LAVERGNE

Signification et interprétation de la numération sur plaques des germes telluriques

Annales Institut Pasteur 86 - 1954

LEBOUTH., AUBERT J., MANCINI N, GRAVEROL

Etude de la survie des germes aérobies d'origine tellurienne dans l'eau de mer

Cahiers du C.E.R.B.O.M. fascicule 1 - 1963.

PAOLETTI A.

Micro organismes pathogènes dans le milieu marin

Pollutions marines par micro organismes et produits pétroliers

Symposium monaco - 1964.

PEARSON E.A., Mc CARTY J.C., WAGNER R.A.

An investigation of Water and sediment quality and pollutional Characteristics of three areas in San Francisco bay.

University of California - College of Engineering - 1960-1961.

SIEBURTH J.

Rôle of Algae in controlling Bacterial Populations in estuarine water

Symposium pollutions marines per les micro organismes et les produits pétroliers - Monaco 1964.

TANON L.

Assainissement des côtes maritimes et déversements en mer

Rapports sur les résultats d'une mission d'études sur les côtes Méditerranéennes et atlantiques

Bull. Académie Nationale de Médecine - Tome 137 - n) 3 et 4 - 1953

VAN ZURK H.

Etude ornithologique à proximité d'un émissaire dilacéré et dans les
eaux avoisinantes

Cahiers du C.E.R.B.O.M. fascicule 3 - 1963.

ZOBELL C.E.

Bactericidal action of sea Water

Proc. Soc. Exptl. Biol. et Med. 34 - 1936.

ZOBELL C.E.

Marine Microbiology chronica Botanica Co. Waltham, Mass. 240 - 1946.

TABLE DES MATIERES

	page
INTRODUCTION	1
première partie :	
ETUDE DE LA DISPERSION BACTERIENNE PAR LES METHODES CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES.	
- Les Techniques	8
- Les missions techniques en mer et résultats Etude de l'Emissaire de la Ville de Nice.	16
- Synthèse des résultats	36
- Conclusions à l'étude chimique et bactériologique	51
seconde partie :	
ETUDE DE LA DISPERSION DES EAUX RESIDUAIRES PAR LA METHODE DES TRACEURS RADIOACTIFS	
(Etude de l'Emissaire de la Ville de Nice)	
- Principe de l'expérimentation	53
- Méthode utilisée	56
- Réalisation pratique de l'Expérimentation	56
- Résultats des mesures	58
- Conclusions	64
CONCLUSIONS GENERALES	67
BIBLIOGRAPHIE	70

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès la conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes Confrères si j'y manque.

Lu et approuvé
Le Président de thèse,
signé : Charles DEBRAY

Vu et approuvé
Le Doyen,
signé : G.BROUET

Vu et permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris
signé : J. ROCHE

